

**TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501**

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT  
RUMAH SUSUN SEDERHANA SEWA (RUSUNAWA) JAMBANGAN  
DENGAN METODE SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH**

**AFRIDA DWITIKA PUTRI WIYANI  
NRP. 3112 030 007**

**WAHYU DWI PRASETIA  
NRP. 3112 030 023**

**Dosen Pembimbing  
Dr. M. Muntaha, ST, MT.  
NIP. 19740211 199802 1 001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015**



**TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501**

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT  
RUMAH SUSUN SEDERHANA SEWA (RUSUNAWA) JAMBANGAN  
DENGAN METODE SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH**

**AFRIDA DWITIKA PUTRI WIYANI  
NRP. 3112 030 007**

**WAHYU DWI PRASETIA  
NRP. 3112 030 023**

**Dosen Pembimbing  
Dr. M. Muntaha, ST, MT.  
NIP. 19740211 199802 1 001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015**



**FINAL PROJECT - RC 145501**

**THE PLANNING OF JAMBANGAN CASUAL  
FLATS MULTI-STOREY BUILDING (RUSUNAWA)  
WITH INTERMEDIATE MOMENT FRAME SYSTEM BEARERS METHOD**

**AFRIDA DWITIKA PUTRI WIYANI  
NRP. 3112 030 007**

**WAHYU DWI PRASETIA  
NRP. 3112 030 023**

**Consellor Lecture  
Dr. M. Muntaha, ST, MT.  
NIP. 19740211 199802 1 001**

**DIPLOMA 3 CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015**

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT  
RUMAH SUSUN SEDERHANA SEWA (RUSUNAWA)  
JAMBANGAN DENGAN METODE SISTEM RANGKA  
PEMIKUL MOMEN MENENGAH**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik  
pada  
Program Studi Diploma III Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Disusun Oleh :

Mahasiswa 1

Mahasiswa 2



**AFRIDA DWITIKA P.W.**

**Nrp. 3112 030 007**

**WAHYU DWI PRASETIA**

**Nrp. 3112 030 023**

Disetujui oleh :  
**DOSEN PEMBIMBING**

08 JUL 2015



**Dr. M. Muntaha, ST, MT.**  
**NIP. 19740211 199802 1 001**



**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT  
RUMAH SUSUN SEDERHANA SEWA (RUSUNAWA)  
JAMBANGAN DENGAN METODE SISTEM RANGKA  
PEMIKUL MOMEN MENENGAH**

---

<b>Dosen Pembimbing</b>	<b>: Dr. M. Muntaha, ST, MT.</b> <b>: 19740211 199802 1 001</b>
<b>Mahasiswa 1</b>	<b>: Afrida Dwitika Putri Wiyani</b> <b>: 3112 030 007</b>
<b>Mahasiswa 2</b>	<b>: Wahyu Dwi Prasetya</b> <b>: 3112 030 023</b>
<b>Jurusan</b>	<b>: Diploma III Teknik Sipil</b>

**Abstrak**

Berdasarkan perhitungan SNI gempa 03-1726-2012 dari hasil tes tanah di daerah Jambangan Surabaya termasuk dalam kategori desain seismik C yang berarti bahwa perencanaan dapat menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) atau Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Pada proyek akhir ini bangunan gedung Rumah Susun Sederhana Sewa (Rusunawa) Jambangan Surabaya menggunakan analisa struktur dengan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM). Dalam perhitungan beban gempa rencana menggunakan metode respon spectrum.

Peraturan yang digunakan adalah standar desain yang berlaku di Indonesia yaitu SNI 03-1726-2012, SNI 2847:2013, PPIUG 1983 dan PBBI 1971. Metodologi dalam perencanaan Rumah Susun Sederhana Sewa (Rusunawa) Jambangan Surabaya antara lain : pengumpulan data , preliminary desain, melakukan pembebanan, analisa stuktur gaya dalam, perhitungan struktur

bawah, perhitungan struktur atas, penulangan, cek persyaratan, melakukan penggambaran dan selesai.

Hasil dari perencanaan bangunan gedung Rumah Susun Sederhana Sewa (Rusunawa) Jambangan Surabaya adalah dimensi dari setiap struktur. Struktur utama pada gedung (dimensi balok, sloof dan kolom) dan komponen sekunder (dimensi pelat dan tangga). Struktur bawah (dimensi poer dan sloof), serta kebutuhan dari tiang pancang. Dimensi yang didapat akan digambarkan kedalam gambar teknik.

Kata Kunci : SRPMM (Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah)

**THE PLANNING OF JAMBANGAN CASUAL  
FLATS MULTI-STOREY BUILDING (RUSUNAWA)  
WITH INTERMEDIATE MOMENT FRAME SYSTEM  
BEARERS METHOD**

---

<b>Lecture</b>	<b>: Dr. M. Muntaha, ST, MT. 19740211 199802 1 001</b>
<b>Student 1<sup>st</sup></b>	<b>: Afrida Dwitika Putri Wiyani : 3112 030 007</b>
<b>Student 2<sup>nd</sup></b>	<b>: Wahyu Dwi Prasetya : 3112 030 023</b>
<b>Department</b>	<b>: DIII Civil Engineering</b>

**Abstrak**

According to the calculation of SNI earthquake 03-1726-2012, from the result of ground test in Jambangan Surabaya area included in seismic design category C which means that the planning can use Intermediate Moment Frame System Bearer method (SRPMM) or Particular Moment Frame System Bearer (SRPMK). In this last project, the building of Jambangan Casual Flats uses the analysis structure with Intermediate Moment Frame System Bearer method (SRPMM). In the calculation of earthquake loads is planned using spectrum responses method.

The regulations used is applicable design standard in Indonesia which are SNI 03-1726-2012, SNI 2847:2013, PPIUG 1983 and PBBI 1971. The methodology in the planning of Jambangan Casual Flats is data collection, preliminary design, perform loading, the force structure analysis, bottom structure calculation, upper structure calculation, framing, requirements checking, designing and finished.

The result of the planning of Jambangan Casual Flats is the dimension of every structure. The main structure of the building (the dimension of girder, sloof and column) and secondary component (the dimension of plate and staircase). The lower structure (the dimension of poer and sloof), and also the needs of piling. The obtained dimension will be designed into technical drawing.

**Keyword:** SRPMM (Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah)

## KATA PENGANTAR

Pertama-tama ucapan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga terselesaikannya penyusunan **Laporan Tugas Akhir Terapan** dengan judul “**Perencanaan Struktur Gedung Bertingkat Rumah Susun Sederhana Sewa (RUSUNAWA) Jambangan Dengan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah**”.

Tugas Akhir Terapan ini merupakan salah satu syarat bagi kami dalam menempuh jenjang Pendidikan Diploma III Teknik Sipil ITS Surabaya. Tersusunnya tugas akhir terapan ini juga tidak terlepas dari dukungan dan motivasi dari berbagai pihak yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta arahan kepada kami. Untuk itu kami ucapkan terimakasih terutama kepada :

1. Kedua orang tua, saudara-saudara kami tercinta, sebagai penyemangat terbesar bagi kami, dan yang telah banyak memberi dukungan moril maupun materil terutama doanya.
2. Bapak Ir. M. Sigit Darmawan, M.Sc, Ph.D. selaku Kepala Program Studi Diploma Teknik Sipil.
3. Bapak Dr. M. Muntaha, ST, MT, selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, petunjuk, dan motivasi dalam penyusunan tugas akhir terapan ini.
4. Bapak Ir. Agung Budipriyanto, M.Eng, Ph.D. dan Ibu Ir. Kusumastuti, MT. selaku dosen wali kami.
5. Teman-teman terdekat yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terimakasih atas bantuan dan saran-saran yang telah diberikan selama proses pengerjaan proyek akhir ini.

Disusunnya **Laporan Tugas Akhir Terapan** ini sangatlah diharapkan, semoga apa yang telah dibuat ini dapat

bermanfaat bagi para pembaca khususnya dan bagi majunya pendidikan umumnya.

Menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir Terapan ini tidaklah sempurna. Sehingga ucapan mohon maaf apabila dalam penyusunan **Laporan Tugas Akhir Terapan** ini masih ada kekurangan. Oleh karena itu dengan rendah hati diharapkan saran dan kritik yang berguna dari pembaca.

Demikian yang dapat disampaikan, terimakasih.

Surabaya, 24 Juni 2015

Penyusun

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR NOTASI .....	xiv

### BAB I

<b>PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat .....	3

### BAB II

<b>TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Ketentuan Perencanaan Bangunan .....	5
2.2 Penentuan Material .....	5
2.2.1 Material Beton Bertulang .....	5
2.3 Sistem Struktur Gedung .....	8
2.3.1 Struktur Gedung .....	8
2.4 Pembebanan .....	9
2.4.1 Beban Mati .....	9
2.4.2 Beban Hidup .....	9
2.4.3 Beban Gempa .....	10
2.5 Pondasi .....	16
2.5.1 Pengertian Pondasi .....	16
2.6 Sistem Rangka Pemikul Momen .....	17
2.6.1 Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa .....	18
2.6.2 Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah .....	18
2.6.3 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus .....	21
2.7 Analisa Beban Lateral atau Gempa .....	21



2.7.1 Pemilihan Metode Analisis .....	22
---------------------------------------	----

### **BAB III**

#### **METODOLOGI PERENCANAAN ..... 23**

3.1 Pengumpulan Data .....	51
3.2 Preliminary Desain .....	51
3.3 Perhitungan Pembebanan .....	54
3.4 Analisa Struktur .....	55
3.4.1 Struktur Sekunder .....	58
3.4.2 Struktur Primer .....	58
3.5 Analisa Gaya Dalam .....	59
3.6 Perhitungan Penulangan Struktur .....	59
3.7 Kontrol Persyaratan .....	60
3.8 Gambar Perencanaan .....	60

### **BAB IV**

#### **ANALISA DAN PEMBAHASAN ..... 63**

4.1 Perencanaan Awal Struktur .....	63
4.1.1 Perencanaan Dimensi Balok .....	63
4.1.2 Perencanaan Dimensi Kolom .....	67
4.1.3 Perencanaan Dimensi Sloof .....	70
4.2 Perencanaan Struktur Sekunder.....	75
4.2.1 Perhitungan Pelat .....	75
4.2.1.1 Perencanaan Dimensi Pelat .....	75
4.2.1.2 Pembebanan Pelat .....	82
4.2.1.3 Perhitungan Penulangan Pelat .....	84
4.2.2 Perhitungan Tangga .....	111
4.2.2.1 Perencanaan Dimensi Tangga .....	111
4.2.2.2 Pembebanan Tangga dan Bordes .....	115
4.2.2.3 Perhitungan Penulangan Pelat Tangga ...	117
4.3 Perencanaan Struktur Primer .....	133
4.3.1 Perhitungan Beban Gempa .....	133
4.3.1.1 Input Respon Spektrum .....	141
4.3.2 Perhitungan Balok .....	148
4.3.2.1 Perhitungan Balok Melintang .....	148

4.3.2.2	Perhitungan Balok Bordes .....	208
4.3.2.3	Perhitungan Balok Anak .....	249
4.3.3	Perhitungan Kolom .....	308
4.3.4	Perhitungan Sloof .....	342
4.3.4.1	Perhitungan Sloof Melintang .....	342
4.3.5	Perhitungan Pondasi Tiang Pancang dan Poer ...	397
4.3.5.1	Perencanaan Pondasi .....	397
4.3.5.2	Perhitungan Daya Dukung Ijin .....	398
4.3.5.3	Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tunggal .....	398
4.3.5.4	Perhitungan Kebutuhan Tiang Pancang .	399
4.3.5.5	Perhitungan Daya Dukung Pile Berdasarkan Efisiensi .....	402
4.3.5.6	Perhitungan Geser Satu Arah Pada Poer .....	404
4.3.5.7	Perhitungan Geser Dua Arah Pada Poer .....	405
4.3.5.8	Perhitungan Daya Dukung Tiang Dalam Kelompok .....	411
4.3.5.9	Perencanaan Tulangan Lentur Pile Cap .....	420

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN PENUTUP ..... 429**

5.1	Kesimpulan .....	429
5.2	Penutup .....	430

### **DAFTAR PUSTAKA ..... 431**

### **LAMPIRAN ..... 432**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa .....	10
Tabel 2.2 Faktor Keutamaan Gempa .....	12
Tabel 2.3 Klasifikasi Situs .....	12
Tabel 2.4 Koefisien situs $F_a$ .....	14
Tabel 2.5 Koefisien situs $F_v$ .....	14
Tabel 3.1 Tebal minimum balok non prategang atau pelat satu arah bila lendutan tidak dihitung .....	52
Tabel 4.1 Beban mati pelat lantai .....	83
Tabel 4.2 Beban mati pelat atap .....	84
Tabel 4.3 Daftar momen pelat PBBI'71 .....	87
Tabel 4.4 Pembebanan Respon Spektrum Gempa Rencana .....	136
Tabel 4.5 Mencari nilai $F_a$ .....	137
Tabel 4.6 Mencari nilai $S_a$ .....	140
Tabel 4.7 Panjang penyaluran batang ulir dan kawat ulir .....	210
Tabel 4.8 Panjang penyaluran batang ulir dan kawat ulir .....	242
Tabel 4.9 Panjang penyaluran batang ulir dan kawat ulir .....	301
Tabel 4.10 Perhitungan jarak X dan Y .....	412
Tabel 4.11 Perhitungan jarak X dan Y .....	415

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1	Geser Desain Untuk Rangka Momen Menengah .....	20
Gambar 3.1	Bagan Alir Perencanaan Struktur .....	24
Gambar 3.2	Bagan Alir Perencanaan Struktur Primer .....	25
Gambar 3.3	Bagan Alir Perencanaan Struktur Sekunder .....	26
Gambar 3.4	Bagan Alir Perencanaan Struktur Bawah .....	27
Gambar 3.5	Bagan Alir Perencanaan Pelat .....	28
Gambar 3.6	Bagan Alir Perencanaan Tangga .....	32
Gambar 3.7	Bagan Alir Perencanaan Gempa .....	35
Gambar 3.8	Bagan Alir Perencanaan Penulangan Torsi Balok .....	36
Gambar 3.9	Bagan Alir Perencanaan Penulangan Lentur Balok .....	38
Gambar 3.10	Bagan Alir Perencanaan Penulangan Geser Balok .....	40
Gambar 3.11	Bagan Alir Perencanaan Penulangan Lentur Kolom .....	42
Gambar 3.12	Bagan Alir Perencanaan Penulangan Geser Kolom .....	46
Gambar 3.13	Bagan Alir Perencanaan Pondasi Tiang Pancang dan Pile Cap .....	48
Gambar 3.14	Perencanaan Struktur .....	56
Gambar 3.15	Tampak Atas Bangunan .....	56
Gambar 3.16	Tampak Memanjang .....	57
Gambar 3.17	Tampak Melintang .....	57
Gambar 4.1	Rencana Pembalokan Lantai .....	64
Gambar 4.2	Hasil Penampang Balok Melintang B2 .....	65
Gambar 4.3	Hasil Penampang Balok Melintang BA .....	66
Gambar 4.4	Hasil Penampang Balok Memanjang B1 .....	67
Gambar 4.5	Denah rencana Kolom .....	68
Gambar 4.6	Denah rencana Sloof .....	70
Gambar 4.7	Detail Pelat Tipe .....	76
Gambar 4.8	Diagram Tebal Pelat Minimum .....	86

Gambar 4.9	Denah Pelat Lantai .....	88
Gambar 4.10	Denah Perletakan Tumpuan Pelat Lantai .....	89
Gambar 4.11	Potongan Pelat Lantai .....	90
Gambar 4.12	Detail Penulangan Pelat Tipe Two Way .....	102
Gambar 4.13	Denah Pelat Lantai .....	103
Gambar 4.14	Denah Perletakan Tumpuan Pelat lantai .....	104
Gambar 4.15	Detail Penulangan Pelat Tipe One Way .....	110
Gambar 4.16	Denah Penulangan Tangga Samping .....	124
Gambar 4.17	Potongan Tangga Samping .....	124
Gambar 4.18	Denah Penulangan Tangga Utama .....	132
Gambar 4.19	Potongan Tangga Utama .....	132
Gambar 4.20	Daerah yang ditinjau gempa .....	133
Gambar 4.21	Daerah Gempa .....	134
Gambar 4.22	Grafik Respon Spektrum 10% 50 Tahun .....	140
Gambar 4.23	Lokasi join yang ditinjau .....	147
Gambar 4.24	Tinggi efektif balok .....	149
Gambar 4.25	Denah pembalokan lantai 2 .....	150
Gambar 4.26	Denah balok yang ditinjau dan diagram gaya dalam momen lentur lantai 2 .....	151
Gambar 4.27	Geser desain untuk rangka momen menengah .	152
Gambar 4.28	Luasan Acp, Pcp, dan Aoh .....	153
Gambar 4.29	Perencanaan geser untuk balok SRPMM .....	188
Gambar 4.30	Balok melintang daerah tumpuan kiri .....	206
Gambar 4.31	Balok melintang daerah lapangan .....	207
Gambar 4.32	Balok melintang daerah tumpuan kanan .....	207
Gambar 4.33	Tinggi efektif balok .....	209
Gambar 4.34	Denah balok bordes lantai 1 .....	210
Gambar 4.35	Denah balok bordes yang ditinjau dan diagram gaya dalam momen lentur balok bordes .....	211
Gambar 4.36	Geser desain untuk rangka momen menengah .	212
Gambar 4.37	Luasan Acp, Pcp, dan Aoh .....	213
Gambar 4.38	Perencanaan geser untuk balok SRPMM .....	229
Gambar 4.39	Balok melintang daerah tumpuan kiri .....	247
Gambar 4.40	Balok melintang daerah lapangan .....	248
Gambar 4.41	Balok melintang daerah tumpuan kanan .....	249

Gambar 4.42	Tinggi efektif balok .....	250
Gambar 4.43	Denah pembalokan lantai 3 .....	251
Gambar 4.44	Denah balok yang ditinjau dan diagram gaya dalam momen lentur balok lantai 3 .....	252
Gambar 4.45	Geser desain untuk momen menengah .....	253
Gambar 4.46	Luasan Acp, Pcp, dan Aoh .....	254
Gambar 4.47	Perencanaan geser untuk balok SRPMM .....	289
Gambar 4.48	Balok melintang daerah tumpuan kiri .....	306
Gambar 4.49	Balok melintang daerah lapangan .....	307
Gambar 4.50	Balok melintang daerah tumpuan kanan .....	307
Gambar 4.51	Tinggi efektif kolom .....	309
Gambar 4.52	Denah kolom .....	310
Gambar 4.53	Perletakan kolom .....	313
Gambar 4.54	Faktor panjang efektif (k) .....	314
Gambar 4.55	Pengecekan kolom dengan PCACOL .....	331
Gambar 4.56	Hasil pengecekan dengan PCACOL .....	332
Gambar 4.57	Gaya geser pada kolom .....	334
Gambar 4.58	Penulangan kolom .....	342
Gambar 4.59	Tinggi efektif sloof .....	343
Gambar 4.60	Denah sloof .....	344
Gambar 4.61	Denah sloof yang ditinjau dan diagram gaya dalam momen lentur sloof .....	345
Gambar 4.62	Geser desain untuk momen menengah .....	346
Gambar 4.63	Luasan Acp, Pcp, dan Aoh .....	347
Gambar 4.64	Perencanaan geser untuk sloof SRPMM .....	378
Gambar 4.65	Sloof melintang daerah tumpuan kiri .....	395
Gambar 4.66	Sloof melintang daerah lapangan .....	396
Gambar 4.67	Sloof melintang daerah tumpuan kanan .....	396
Gambar 4.68	Penampang poer tipe PC 1 .....	401
Gambar 4.69	Bidang kritis pons satu arah .....	404
Gambar 4.70	Bidang Kritis Pons Dua Arah .....	405
Gambar 4.71	Penampang poer akibat beban sementara .....	412
Gambar 4.72	Penampang poer akibat beban sementara .....	415
Gambar 4.73	Penampang poer akibat beban tetap .....	418
Gambar 4.74	Detail poer dan tiang pancang .....	427

## DAFTAR NOTASI

$A_{cp}$	=	Luas yang dibatasi oleh keliling luar penampang beton ( $\text{mm}^2$ )
$A_{cv}$	=	Luas efektif bidang geser dalam hubungan balok-kolom ( $\text{mm}^2$ )
$A_g$	=	Luas bruto penampang ( $\text{mm}^2$ )
$A_n$	=	Luas bersih penampang ( $\text{mm}^2$ )
$A_{tp}$	=	Luas penampang tiang pancang ( $\text{mm}^2$ )
$A_l$	=	Luas total tulangan longitudinal yang menahan torsi ( $\text{mm}^2$ )
$A_o$	=	Luas bruto yang dibatasi oleh lintasan aliran geser ( $\text{mm}^2$ )
$A_{oh}$	=	Luas penampang yang dibatasi oleh garis as tulangan sengkang ( $\text{mm}^2$ )
$A_s$	=	Luas tulangan tarik non prategang ( $\text{mm}^2$ )
$A_s'$	=	Luas tulangan tekan non prategang ( $\text{mm}^2$ )
$A_t$	=	Luas satu kaki sengkang tertutup pada daerah sejarak $s$ untuk menahan torsi ( $\text{mm}^2$ )
$A_v$	=	Luas tulangan geser pada daerah sejarak $s$ atau luas tulangan geser yang tegak lurus terhadap tulangan lentur tarik dalam suatu daerah sejarak $s$ pada komponen struktur lentur tinggi ( $\text{mm}^2$ )
$b$	=	Lebar daerah tekan komponen struktur ( $\text{mm}^2$ )
$b_o$	=	keliling dari penampang kritis yang terdapat tegangan geser maksimum pada pondasi (mm)
$b_w$	=	Lebar badan balok atau diameter penampang bulat (mm)
$C$	=	Jarak dari serat tekan terluar ke garis netral (mm)
$Cc'$	=	Gaya pada tulangan tekan
$Cs'$	=	Gaya tekan pada beton
$d$	=	Jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik (mm)



$d'$	= Jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tekan (mm)
$d_b$	= Diameter nominal batang tulangan, kawat atau strand prategang (mm)
$D$	= beban mati atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengan beban mati
$e$	= Eksentrisitas dari pembebanan tekan pada kolom atau telapak pondasi
$e_x$	= jarak kolom kepusat kekakuan arah x
$e_y$	= jarak kolom kepusat kekakuan arah y
$E_x$	= Pengaruh beban gempa atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengan gempa X
$E_y$	= Pengaruh beban gempa atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengan gempa Y
$E_c$	= Modulus elastisitas beton (MPa)
$I_b$	= Momen inersia terhadap sumbu pusat penampang bruto balok
$I_p$	= Momen inersia terhadap sumbu pusat penampang bruto pelat
$f_c'$	= Kuat tekan beton yang disyaratkan (MPa)
$f_y$	= Kuat leleh yang disyaratkan untuk tulangan non prategang (MPa)
$f_{vy}$	= Kuat leleh tulangan torsi longitudinal (MPa)
$f_{ys}$	= Kuat leleh tulangan sengkang torsi (MPa)
$h$	= Tinggi total dari penampang
$h_n$	= Bentang bersih kolom
$k_c$	= faktor panjang tekuk
$L$	= panjang komponen struktur
$L_d$	= Panjang penyaluran tulangan kondisi tarik
$L_n$	= Bentang bersih balok

- $L_p$  = Panjang bentang maksimum untuk balok yang mampu menerima momen plastis (mm)  
 $L_r$  = Panjang bentang minimum untuk balok yang kekuatannya mulai ditentukan oleh momen kritis tekuk torsi lateral (mm)  
 $M_u$  = Momen terfaktor pada penampang (Nmm)  
 $M_{nb}$  = Kekuatan momen nominal persatuan jarak sepanjang suatu garis leleh (Nmm)  
 $M_{nc}$  = Kekuatan momen nominal untuk balok yang tak mempunyai tulangan tekan (Nmm)  
 $M_n$  = Kekuatan momen nominal jika batang dibebani lentur saja (Nmm)  
 $M_{nx}$  = Kekuatan momen nominal terhadap sumbu x  
 $M_{ny}$  = Kekuatan momen nominal terhadap sumbu y  
 $M_{ox}$  = Kekuatan momen nominal untuk lentur terhadap sumbu x untuk aksial tekan yang nol  
 $M_{oy}$  = Kekuatan momen nominal untuk lentur terhadap sumbu y untuk aksial tekan yang nol  
 $M_1$  = Momen ujung terfaktor yang lebih kecil pada komponen tekan, bernilai positif bila komponen struktur melengkung dengan kelengkungan tunggal, negatif bila struktur melengkung dengan kelengkungan ganda (Nmm)  
 $M_2$  = Momen ujung terfaktor yang lebih besar pada komponen tekan, selalu bernilai positif (Nmm)  
 $M_{1ns}$  = Nilai yang lebih kecil dari momen-momen ujung terfaktor pada komponen struktur tekan akibat beban yang tidak menimbulkan goyangan ke samping yang berarti, dihitung dengan analisis konvensional (orde pertama). Bernilai positif bila komponen struktur

- melentur dalam kelengkungan tunggal, negatif bila melentur dalam kelengkungan ganda (Nmm)
- $M_{2ns}$  = Nilai yang lebih besar dari momen-momen ujung terfaktor pada komponen struktur tekan akibat beban yang tidak menimbulkan goyangan ke samping yang berarti, dihitung dengan analisis rangka elastis konvensional (Nmm)
- $M_{1s}$  = Nilai yang lebih kecil dari momen-momen ujung terfaktor pada komponen struktur tekan akibat beban yang menimbulkan goyangan ke samping yang berarti, dihitung dengan analisis konvensional (orde pertama). Bernilai positif bila komponen struktur melentur dalam kelengkungan tunggal, negatif bila melentur dalam kelengkungan ganda (Nmm)
- $M_{2s}$  = Nilai yang lebih besar dari momen-momen ujung terfaktor pada komponen struktur tekan akibat beban yang menimbulkan goyangan ke samping yang berarti, dihitung dengan analisis rangka elastis konvensional (Nmm)
- $N_u$  = Beban aksial terfaktor
- $P_{cp}$  = Keliling luar penampang beton (mm)
- $P_b$  = Kuat beban aksial nominal pada kondisi regangan seimbang (N)
- $P_c$  = Beban kritis (N)
- $P_{cp}$  = Keliling penampang beton (mm)
- $Ph$  = Keliling dari garis as tulangan sengkang torsi
- $P_n$  = Kuat beban aksial nominal pada eksentrisitas yang diberikan (N)
- $P_o$  = Kuat beban aksial nominal pada eksentrisitas nol
- $P_u$  = Beban aksial terfaktor pada eksentrisitas yang diberikan (N)

$S$	= Spasi tulangan geser atau torsi ke arah yang diberikan (N)
$T_c$	= Kuat momen torsi nominal yang disumbangkan beton
$T_n$	= Kuat momen torsi nominal (Nmm)
$T_s$	= Kuat momen torsi nominal yang disumbangkan oleh tulangan tarik
$T_u$	= Momen torsi terfaktor pada penampang (Nmm)
$V_c$	= Kuat geser nominal yang disumbangkan oleh beton
$V_s$	= Kuat geser nominal yang disumbangkan oleh tulangan geser (N)
$V_u$	= Gaya geser terfaktor pada penampang (N)
$x$	= Dimensi pendek bagian berbentuk persegi dari penampang
$\alpha$	= Rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur dari pelat dengan lebar yang dibatasi secara lateral oleh garis panel yang bersebelahan pada tiap sisi balok
$\alpha_m$	= nilai rata-rata $\alpha$ untuk semua balok tepi dari suatu panel
$\beta$	= Rasio bentang dalam arah memanjang terhadap arah memendek dari pelat dua arah
$\beta_d$	= Rasio beban aksial tetap terfaktor maksimum terhadap beban aksial terfaktor maksimum
$\rho$	= Rasio tulangan tarik
$\rho'$	= Rasio tulangan tekan
$\rho_b$	= Rasio tulangan yang memberikan kondisi regangan yang seimbang
$\rho_{\max}$	= Rasio tulangan tarik maksimum
$\rho_{\min}$	= Rasio tulangan tarik minimum
$\phi$	= Faktor reduksi kekuatan
$\phi_b$	= Faktor reduksi kuat lentur
$\varepsilon$	= Regangan

- $\lambda_d$  = Panjang penyaluran  
 $\lambda_{db}$  = Panjang penyaluran dasar  
 $\lambda_{dh}$  = Panjang penyaluran kait standar tarik diukur dari penampang kritis hingga ujung luar kait (bagian panjang penyaluran yang lurus antara penampang kritis dan titik awal kait (titik garis singgung) ditambah jari-jari dan satu diameter tulangan.  
 $\lambda_{hb}$  = Panjang penyaluran dasar dari kait standar tarik  
 $\lambda_n$  = Bentang bersih untuk momen positif atau geser dan rata-rata dari bentang-bentang bersih yang bersebelahan untuk momen negatif  
 $\lambda_u$  = Panjang bebas (tekuk) pada kolom  
 $\delta_{ns}$  = Faktor pembesaran momen untuk rangka yang ditahan terhadap goyangan ke samping, untuk menggambarkan pengaruh kelengkungan komponen struktur diantara ujung-ujung komponen struktur tekan  
 $\delta_s$  = Faktor pembesaran momen untuk rangka yang ditahan terhadap goyangan ke samping, untuk menggambarkan pengaruh penyimpangan lateral akibat beban lateral dan gravitasi  
 $\psi_t$  = faktor yang digunakan untuk memodifikasi panjang penyaluran berdasarkan pada lokasi tulangan  
 $\psi_e$  = faktor yang digunakan untuk memodifikasi panjang penyaluran berdasarkan pada pelapisan tulangan  
 $\psi_s$  = faktor yang digunakan untuk memodifikasi panjang penyaluran berdasarkan pada ukuran tulangan

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pembangunan Rumah Susun Sederhana Sewa atau biasa disebut dengan RUSUNAWA direncanakan untuk mengatasi ketidak seimbangan antara lahan dan jumlah penduduk. Pembangunan RUSUNAWA tersebut karena penduduk di kota-kota besar cenderung memiliki masalah yang sama. Contohnya kota Surabaya memiliki lahan yang sempit dan tingginya populasi, serta jumlah pendatang yang meningkat di setiap tahunnya. Faktor inilah yang mendorong Pemerintah Kota Surabaya untuk membangun sebuah Rumah Susun Sederhana Sewa (RUSUNAWA) Jambangan untuk mengatasi masalah tersebut.

Bangunan Rumah Susun Sederhana Sewa (RUSUNAWA) Jambangan terletak di daerah Jambangan, Surabaya – Jawa Timur. Pemilik dari proyek ini adalah kementerian pekerjaan umum, Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang, satuan kerja pembangunan kawasan pemukiman perkotaan strategis dan sebagai pelaksana kontraktor pelaksana adalah PT. Total Boanerges Indonesia. Pembangunan Rumah Susun Sederhana Sewa (RUSUNAWA) Jambangan menggunakan material beton bertulang pada sistem struktur-nya, dan menggunakan plat beton bertulang pada atapnya. Jumlah lantai yang dimiliki bangunan Rumah Susun Sederhana Sewa (RUSUNAWA) Jambangan sebanyak 5 lantai dengan tinggi 14,6 m dan memiliki luas bangunan 1.152 m<sup>2</sup>.

Berdasarkan SNI Gempa 1726.-2012 penentuan gempa tidak lagi berdasarkan zona/ wilayah gempa lagi

namun sudah lebih spesifikasi berdasarkan dengan kondisi tanah dimana suatu bangunan tersebut dibangun. Dari tahapan penentuan beban gempa juga didapatkan suatu bangunan tersebut dapat menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB), Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Dari hasil perhitungan gempa yang menggunakan SNI 1726-2012 dicari kategori desain seismic, bila termasuk dalam kategori A dan B dapat menggunakan SRPMB; A, B, dan C dapat menggunakan SRPMM; dan A, B, C, Dd, Ed, dan Fe dapat menggunakan SRPMK.

Dari data tanah yang kami dapat, proyek akhir ini menggunakan sistem rangka pemikul momen menengah (SRPMM). SRPMM (Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah) merupakan suatu metode perencanaan struktur sistem rangka pemikul momen yang komponen-komponen struktur dan join-joinnya menahan gaya-gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser, dan aksial serta dalam sistem struktur ini menitik beratkan terhadap kegagalan struktur akibat keruntuhan geser. Dimana pada sistem ini menggunakan kolom kuat dan balok lemah.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Permasalahan yang ditinjau dalam perencanaan Rumah Susun Sederhana Sewa Jambangan adalah :

1. Bagaimana cara merencanakan dimensi elemen-elemen struktur gedung yang meliputi plat, sloof, balok, kolom, dan tangga.
2. Bagaimana cara menghitung dan merencanakan penulangan struktur beton gedung dengan menggunakan metode SRPMM.
3. Bagaimana cara merencanakan pondasi sesuai dengan jenis tanah pada bangunan.



### **1.3 Tujuan**

Tujuan dari penyusunan tugas akhir ini adalah :

1. Dapat merencanakan dimensi elemen struktur dari plat, sloof, balok, kolom, dan tangga.
2. Dapat menghitung dan merencanakan penulangan struktur beton pada gedung dengan menggunakan metode SRPMM dengan ketentuan SNI.
3. Dapat merencanakan pondasi sesuai dengan jenis tanah pada suatu bangunan.

### **1.4 Batasan Masalah**

Didalam penyusunan Tugas Akhir ini yang menjadi batasan masalah dalam perencanaan Struktur Gedung ini adalah :

1. Perencanaan ini tidak membahas tentang analisa biaya dan pelaksanaan di lapangan.
2. Perencanaan ini hanya meninjau struktur pada 2 portal, yaitu portal melintang dan portal memanjang, sera tidak meninjau struktur tambahan seperti canopy.
3. Perencanaan ini tidak membahas tentang sistem utilitas bangunan.
4. Analisis beban gempa menggunakan respons spectrum (SNI 03-1726-2012).

### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari penyusunan tugas akhir ini adalah :

1. Sebagai proses pembelajaran mendesain suatu bangunan gedung yang mampu menahan gempa, khususnya pada wilayah kategori desain seismic C.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Di dalam tinjauan pustaka berikut ini akan menjelaskan secara garis besar mengenai teori yang di gunakan agar perencanaan struktur gedung dapat memenuhi kriteria kekuatan dan kelayakan yang dibutuhkan oleh sebuah gedung.

#### **2.1 Ketentuan Perencanaan Bangunan**

Dalam perencanaan bangunan, yang harus diketahui adalah fungsi dari bangunan tersebut. Dalam pekerjaan proyek akhir ini direncanakan Rumah Susun Sederhana Sewa (RUSUNAWA) Surabaya. Untuk merencanakan beban-beban yang ditumpu, dimensi, menghitung gaya dalam menggunakan program SAP 2000 versi 14.2.0 dan dilanjutkan dengan perhitungan penulangan yang dibutuhkan. Perhitungan struktur gedung mengacu pada literatur :

- Desain beton bertulang jilid 1 dan 2 edisi keempat oleh Chu-Kia Wang dan Charles G. Salmon.
- Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2012)
- Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013)
- Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG 1983)
- Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBBI 1971)

#### **2.2 Penentuan Material**

Material yang digunakan pada perencanaan gedung bertingkat rumah susun sederhana sewa Jambangan adalah sebagai berikut :

##### **2.2.1 Material Beton Bertulang**

Tiga jenis bahan yang paling sering digunakan di dalam kebanyakan struktur adalah kayu, baja dan beton dengan tulangan penguat. Beton bertulang

adalah unik dimana dua jenis bahan, baja tulangan dan beton dipakai bersamaan.

Banyak struktur dibuat dari beton bertulang seperti jembatan, viaduk (viaduct), gedung, dinding penahan, terowongan, tangki, conduit dan lain-lain. Beton bertulang adalah merupakan gabungan logis dari dua jenis bahan yaitu beton polos, yang memiliki kekuatan tekan yang tinggi akan tetapi kekuatan tarik yang rendah dan batangan baja yang ditanamkan di dalam beton memberikan kekuatan tarik yang diperlukan.

Beton polos didapatkan dengan mencampur semen, agregat halus, agregat kasar, air dan kadang-kadang campuran lain. Bila baja penguat ditempatkan di dalam suatu acuan dan campuran beton yang basah dituangkan disekitar baja, massa akhirnya mengeras menjadi beton bertulang. Kekuatan beton tergantung dari banyak faktor yaitu proposi dari campuran dan kondisi temperature dan kelembaban dari tempat di mana campuran diletakkan dan mengeras.

- Kuat tekan beton ,  $f_c'$  : 30 MPa
- Modulus Elastisitas ,  $E_c$  : 25742,9602 MPa
- Kuat lentur : 400 MPa
- Kuat Geser : 320 MPa

#### **A. Kekuatan Beton :**

##### **1. Kekuatan beton terhadap gaya tekan**

Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen agregat kasar dan halus, air, dan berbagai jenis campuran. Semakin rendah perbandingan air-semen, semakin tinggi. Karena beton mempunyai nilai tarik yang relatif rendah, maka hanya diperhitungkan di daerah tekan pada penampang saja.

Didalam perencanaan beton bertulang yang umum, kekuatan beton ditetapkan sekitar 20 Mpa sampai 30 Mpa digunakan untuk struktur tanpa prategang, dan sekitar 35 Mpa sampai 42 Mpa untuk beton prategang, sekitar 42 Mpa sampai 69 MPa untuk keadaan khusus. (sumber. disain Beton Bertulang; Chu-Kia Wang dan Charles G. Salmon)

## 2. Kekuatan beton terhadap gaya tarik

Kekuatan beton didalam tarik adalah suatu sifat yang mempengaruhi perambatan dan ukuran dari retak di dalam struktur. Retak – retak ini tidak berpengaruh besar bila beton menerima beban tekan karena beban tekan menyebabkan retak menutup sehingga memungkinkan terjadinya penyaluran tekanan.

Kuat tarik beton bervariasi 8% sampai 15% dari kuat tekannya. Meskipun biasanya diabaikan dalam perhitungan desain, kuat tarik tetap merupakan sifat penting yang mempengaruhi ukuran beton dan seberapa besar retak yang terjadi. Selain itu, kuat tarik dari batang beton diketahui selalu akan mengurangi jumlah lendutan.

## B. Baja tulangan

Tulangan yang digunakan pada struktur beton bertulang terdapat dalam bentuk batang atau anyaman kawat yang dilas. Baja tulangan mangacu pada tulangan polos atau tulangan ulir. Tulangan ulir merupakan tulangan yang diberi ulir melalui proses rol pada permukaannya untuk mendapatkan ikatan yang lebih baik antara beton dan tulangan.

### C. Modulus elastisitas

Berbeda dengan baja, modulus elastisitas beton berubah-ubah menurut kekuatannya. Modulus elastisitas juga tergantung pada umur beton, sifat-sifat dari agregat dan semen, dan jenis pembebanan. Menurut SNI 2847,  $E_c$  (modulus elastisitas) untuk beton diizinkan diambil sebesar  $W_c^{1.5} 0,043\sqrt{f_c'}$  (dalam MPa) untuk nilai  $W_c$  sebesar anatar 1440 dan 2560 kg/m<sup>3</sup>. Untuk beton normal, nilai  $E_c$  boleh diambil sebesar 4700 $\sqrt{f_c'}$ .

## 2.3 Sistem Struktur Gedung

### 2.3.1 Struktur Gedung

Pembagian keteraturan gedung diatur dalam SNI 1726:2012. Adapun penggolongannya adalah sebagai berikut:

- Struktur Gedung Beraturan

Struktur gedung beraturan harus memenuhi ketentuan SNI 1726:2012 Pasal 7.3.2. Pengaruh gempa rencana struktur gedung ini dapat ditinjau sebagai pengaruh beban gempa statik equivalen. Sehingga dapat menggunakan analisa statik equivalen

- Struktur Gedung Tidak Beraturan

Struktur gedung tidak beraturan adalah struktur gedung yang tidak memenuhi syarat konfigurasi struktur gedung beraturan (atau tidak sesuai SNI 1726-2012 Pasal 7.3.2. Pengaruh gempa struktur ini harus diatur dengan menggunakan pembebanan gempa dinamik. Sehingga menggunakan analisa respons dinamik.

Perancangan gedung dalam Tugas akhir ini adalah merupakan struktur gedung tidak beraturan, sehingga perlu dianalisa dinamis pada saat menggunakan program bantu SAP2000 v.14

## 2.4 Pembebanan

Berdasarkan peraturan-peraturan diatas, struktur sebuah gedung harus direncanakan kekuatannya terhadap beban-beban berikut:

### 2.4.1 Beban Mati

Beban Mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian- penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu. (*PPIUG 1983, Pasal 1.0.1*)

✚ Beban mati pada pelat atap, terdiri dari :

- Berat sendiri pelat
- Beban Spesi
- Beban Plafond dan rangka plafond
- Instalasi listrik
- Pemipaan air bersih dan kotor
- Lapisan penutup atap kedap air (*waterproofing*)

✚ Beban mati pada pelat lantai, terdiri dari :

- Berat sendiri pelat
- Beban Spesi
- Beban Keramik
- Beban Plafond dan rangka plafond
- Instalasi listrik
- Pemipaan air bersih dan kotor

✚ Beban mati pada balok, terdiri dari :

- Berat sendiri balok
- Berat dinding setengah bata

### 2.4.2 Beban hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan ke dalammya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan



bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. (*PPIUG 1983, Pasal 1.0.2*)

- Beban hidup untuk atap rumah susun =  $100 \text{ kg/m}^2$
- Beban hidup untuk lantai rumah susun =  $250 \text{ kg/m}^2$
- Beban hidup tangga =  $300 \text{ kg/m}^2$

### 2.4.3 Beban Gempa

Dalam perencanaan beban gempa pada gedung RUSUNAWA Jambangan Surabaya dihitung dengan menggunakan respons spektrum. Dengan mengacu pada kombinasi pembebanan SNI 1726:2012.

#### a. Faktor keutamaan dan kategori risiko struktur bangunan

kategori risiko struktur bangunan gedung dan non gedung beban gempa di tinjau dari fungsi bangunan, pada Tabel 2.1 diuraikan beberapa kategori resiko sesuai dengan fungsi bangunan sehingga akan didapatkan nilai faktor keutamaan gempa ( $I_e$ ) pada tabel 2.2 yang sesuai dengan SNI 1726:2012 pasal 4.1.2.

Tabel 2. 1 Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan</li> <li>- Fasilitas sementara</li> <li>- Gudang penyimpanan</li> <li>- Rumah jaga dan struktur kecil lainnya</li> </ul>	I
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perumahan</li> <li>- Rumah toko dan rumah kantor</li> </ul>	II

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pasar</li> <li>- Gedung perkantoran</li> <li>- Gedung apartemen/ rumah susun</li> <li>- Pusat perbelanjaan/ mall</li> <li>- Bangunan industri</li> <li>- Fasilitas manufaktur</li> <li>- Pabrik</li> </ul>	
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioskop</li> <li>- Gedung pertemuan</li> <li>- Stadion</li> <li>- Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas penitipan anak</li> <li>- Penjara</li> <li>- Bangunan untuk orang jompo</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pusat pembangkit listrik biasa</li> <li>- Fasilitas penanganan air</li> <li>- Fasilitas penanganan limbah</li> <li>- Pusat telekomunikasi</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	III
<p>Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bangunan-bangunan monumental</li> <li>- Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan</li> <li>- Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat</li> <li>- Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya</li> <li>- Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan</li> </ul>	IV

fasilitas lainnya untuk tanggap darurat - Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat - Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran ) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.	
--	--

Tabel 2. 2 Faktor keutamaan gempa

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, $I_e$
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

### b. Klasifikasi situs

Klasifikasi suatu situs untuk memberikan kriteria desain seismik berupa faktor-faktor amplifikasi pada bangunan. Dalam perumusan kriteria desain seismik suatu bangunan di permukaan tanah maka situs tersebut harus diklasifikasikan terlebih dahulu sehingga profil tanah dapat di ketahui berdasarkan data tanah pada bangunan, pada tabel 2.3 akan di jelaskan beberapa macam kelas situs yang harus ditinjau.

Tabel 2. 3 Klasifikasi situs

Kelas Situs	$v_s$ (m/detik)	$N$ atau $N_{ch}$	$s_u$ (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat Padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	$\geq 100$
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100

CATATAN: N/A = tidak dapat dipakai

**c. Kecepatan rata-rata gelombang geser,  $V_s$**

Nilai  $V_s$  harus ditentukan sesuai dengan perumusan berikut:

$$V_s = \frac{\sum_{i=1}^n di}{\sum_{i=1}^n \frac{di}{v_{si}}}$$

Keterangan:

$d_i$  = tebal setiap lapisan antara kedalaman 0 sampai 30 meter

$V_s$  = kecepatan gelombang geser lapisan  $i$  dinyatakan dalam meter per detik (m/detik)

$$\sum_{i=1}^n d_i = 30 \text{ meter}$$

**d. Tahanan penetrasi standar lapangan rata-rata,  $N$ , dan tahanan penetrasi standar rata-rata untuk lapisan tanah non-kohesif,  $N_{ch}$**

$$N = \frac{\sum_{i=1}^n di}{\sum_{i=1}^n \frac{di}{N_i}}$$

di mana  $N_i$  dan  $di$  dalam Persamaan 2 berlaku untuk tanah non-kohesif, tanah kohesif, dan lapisan batuan.

**e. Koefisien-koefisien situs dan parameter - parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko - tertarget (MCER)**

Untuk penentuan respons spektral percepatan gempa MCER di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada perioda 0,2 detik dan perioda 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran perioda pendek  $F_a$  dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran perioda 1 detik ( $F_v$ ). Parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek ( $S_{MS}$ ) dan

periode 1 detik ( $S_{M1}$ ) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan perumusan berikut ini sesuai SNI 1726:2012 pasal 6.2 yaitu :

$$S_{SM} = F_a S_s$$

$$S_{S1} = F_v S_1$$

Keterangan:

$S_s$  = parameter respons spektral percepatan gempa *MCER* terpetakan untuk periode pendek;

$S_1$  = parameter respons spektral percepatan gempa *MCER* terpetakan untuk periode 1,0 detik. dan koefisien situs  $F_a$  dan  $F_v$  mengikuti Tabel 2.4 dan Tabel 2.5

Tabel 2. 4 koefisien situs  $F_a$

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCER) terpetakan pada periode pendek, $T=0,2$ detik, $S_s$				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS <sup>b</sup>				

CATATAN:

- Untuk nilai-nilai antara  $S_s$  dapat dilakukan interpolasi linier
- SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs spesifik,

Tabel 2. 5 koefisien situs  $F_v$

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCE <sub>R</sub> ) terpetakan pada periode 1 detik, $S_1$				
	$S_s \leq 0,1$	$S_s = 0,2$	$S_s = 0,3$	$S_s = 1,4$	$S_s \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS <sup>b</sup>				

**CATATAN :**

- (a) Untuk nilai-nilai antara  $S_1$  dapat dilakukan interpolasi linier
- (b)  $SS$  = Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs spesifik

**f. Parameter percepatan spektral desain**

Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek,  $S_{DS}$  dan pada periode 1 detik,  $S_{D1}$ , harus ditentukan melalui perumusan berikut ini:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS}$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1}$$

**g. Spektrum respons desain**

Bila spektrum respons desain diperlukan oleh tata cara ini dan prosedur gerak tanah dari spesifik-situs tidak digunakan, maka kurva spektrum respons desain harus dikembangkan dengan mengacu Gambar 1 dan mengikuti ketentuan di bawah ini :

1. Untuk periode yang lebih kecil dari  $T_0$ , spektrum respons percepatan desain  $S_a$ , harus diambil dari persamaan:

$$S_a = S_{DS} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$$

2. Untuk periode lebih besar dari atau sama dengan  $T_0$  dan lebih kecil dari atau sama dengan  $T_s$ , spektrum respons percepatan desain,  $S_a$  sama dengan  $S_{DS}$ .

3. Untuk periode lebih besar dari  $T_s$ , spektrum respons percepatan desain,  $S_a$  diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T}$$

Keterangan:

$S_{DS}$  = parameter respons spektral percepatan desain pada perioda pendek;

$S_{D1}$  = parameter respons spektral percepatan desain pada perioda 1 detik;

$T$  = perioda getar fundamental struktur.

$$T_0 = 0,2 \frac{SD1}{SDS}$$

$$T_s = \frac{SD1}{SDS}$$

## 2.5 Pondasi

### 2.5.1 Pengertian Pondasi

Prinsip pondasi adalah harus sampai tanah keras dan apabila tidak ada tanah keras harus ada pemadatan / perbaikan tanah. Pengertian umum untuk pondasi adalah struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah, atau bagian bangunan yang terletak dibawah permukaan tanah yang mempunyai fungsi memikul beban bagian bangunan lainnya diatasnya. Pondasi harus diperhitungkan untuk dapat menjamin kestabilan bangunan tapak/pelat terhadap berat sendiri, beban-beban bangunan (beban isi bangunan), gaya-gaya luar seperti tekanan angin, gempa bumi, dan lain-lain. Disamping itu, tidak boleh terjadi penurunan level melebihi batas yang diijinkan.

Secara umum, terdapat dua macam pondasi yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal digunakan bila bangunan bangunan yang berada diatasnya tidak terlalu besar. Rumah sederhana misalnya. Pondasi ini juga bisa dipakai untuk bangunan umum lainnya yang berada diatas tanah yang keras. Yang termasuk dalam pondasi dangkal ialah pondasi batu kali setempat, pondasi lajur batu

kali, pondasi setempat, pondasi lajur beton, pondasi strousspile dan pondasi tiang pancang kayu.

Sedangkan pondasi dalam ialah pondasi yang dipakai pada bangunan diatas tanah yang lembek. Pondasi ini juga dipakai pada bangunan dengan bentang yang cukup lebar (jarak antar kolom 6m) dan bangunan bertingkat. Yang termasuk didalam pondasi dalam antara lain pondasi tiang pancang, pondasi sumuran, pondasi borpile dan lain-lain.

## **2.6 Sistem Rangka Pemikul Momen**

SRPM adalah singkatan dari Sistem Rangka Pemikul Momen, atau Moment Resisting Frame. Istilah ini sering kita dengar pada pembahasan mengenai struktur gedung tahan gempa. SRPM merupakan salah satu "pilihan" sewaktu merencanakan sebuah bangunan tahan gempa. Ciri-ciri SRPM antara lain: Beban lateral khususnya gempa, ditransfer melalui mekanisme lentur antara balok dan kolom. Jadi, peranan balok, kolom, dan sambungan balok kolom di sini sangat penting; Tidak menggunakan dinding geser. Kalaupun ada dinding, dinding tersebut tidak didesain untuk menahan beban lateral; Tidak menggunakan bresing (bracing). Untuk struktur baja, penggunaan bresing kadang sangat diperlukan terutama pada arah sumbu lemah kolom. Dalam hal ini, bangunan tersebut dapat dianalisis sebagai SRPM pada arah sumbu kuat kolom, dan sistem bresing pada arah lainnya.

SRPM dibagi menjadi tiga tingkatan, yaitu:

1. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB), untuk daerah yang berada di wilayah gempa dengan kategori disain seismik (KDS) A dan B.
2. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), untuk daerah yang berada di wilayah gempa dengan kategori disain seismik (KDS) A, B , dan C.



3. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), untuk daerah yang berada di wilayah gempa dengan kategori disain seismik (KDS) A, B, D, E, dan F.

#### **2.6.1 Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa**

1. Balok harus mempunyai paling sedikit dua batang tulangan longitudinal yang menerus sepanjang kedua muka atas dan bawah. Tulangan ini harus disalurkan pada muka tumpuan. (SNI 2847: 2013 Pasal 21.2.2)
2. Kolom yang mempunyai tinggi bersih kurang dari atau sama dengan lima kali dimensi  $c_1$  harus didesain untuk geser sesuai dengan 21.3.3.2. (SNI 2847: 2013 Pasal 21.2.3)

#### **2.6.2 Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah**

Pada perencanaan bangunan Rumah Susun Sederhana Sewa Jambangan ini menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah di mana semua rangka struktur bangunan memikul beban gravitasi dan beban lateral yang diakibatkan oleh beban gempa sedang.

Syarat-syarat dan perumusan yang dipakai pada perencanaan komponen struktur dengan sistem rangka pemikul momen menengah menurut SNI 03-2847-2013 :

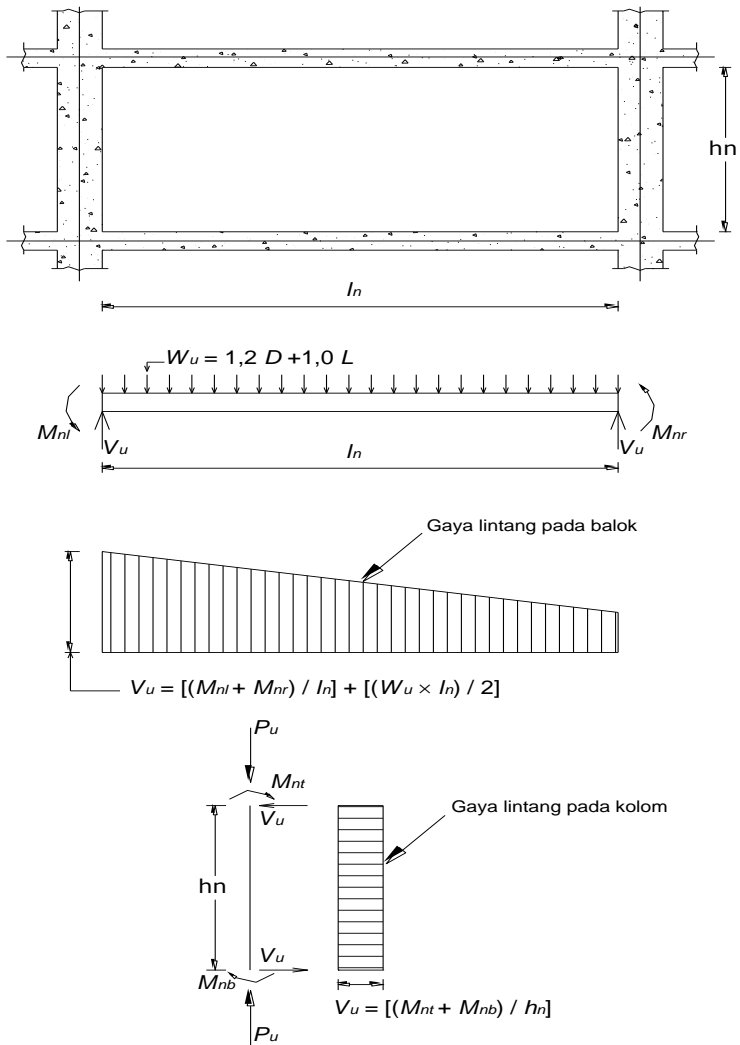
##### **A. Detail Tulangan**

Detail tulangan pada komponen struktur rangka harus memenuhi 21.3.4 bila gaya tekan aksial terfaktor,  $P_u$ , untuk komponen struktur yang tidak melebihi  $A_g f'_c/10$ . Bila  $P_u$  lebih besar, detail tulangan rangka harus memenuhi 21.3.5. Bila sistem slab dua arah tanpa balok membentuk sebagian dari sistem penahan gaya gempa, detail tulangan pada sebarang bentang yang menahan

momen yang diakibatkan oleh E harus memenuhi 21.3.6.

## **B. Kekuatan Geser**

- $\phi V_n$  balok yang menahan pengaruh gempa, E, tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari (a) dan (b):
  - (a.) Jumlah geser yang terkait dengan pengembangan  $M_n$  balok pada setiap ujung bentang bersih yang terkekang akibat lentur kurvatur balik dan geser yang dihitung untuk beban gravitasi terfaktor;
  - (b.) Geser maksimum yang diperoleh dari kombinasi beban desain yang melibatkan E, dengan E diasumsikan sebesar dua kali yang yang ditetapkan oleh tata cara bangunan umum yang diadopsi secara legal untuk desain tahan gempa.
- $\phi V_n$  kolom yang menahan pengaruh gempa, E, tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari (a) dan (b):
  - (a.) Geser yang terkait dengan pengembangan kekuatan momen nominal kolom pada setiap ujung terkekang dari panjang yang tak tertumpu akibat lentur kurvatur balik. Kekuatan lentur kolom harus dihitung untuk gaya aksial terfaktor, konsisten dengan arah gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan kekuatan lentur tertinggi
  - (b.) Geser maksimum yang diperoleh dari kombinasi beban desain yang melibatkan E, dengan E ditingkatkan oleh  $\Omega_o$ .



Gambar 2. 1 Geser desain untuk rangka momen menengah

### 2.6.3 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

Merupakan sistem rangka pemikul momen yang mana komponen-komponen struktur dan joint-jointnya menahan gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser dan aksial, sistem ini pada dasarnya memiliki daktilitas penuh dan wajib digunakan di zona resiko gempa tinggi. Struktur harus direncanakan menggunakan sistem penahan beban lateral yang memenuhi persyaratan *detailing* yang khusus dan mempunyai daktilitas penuh. Komponen struktur rangka ini juga harus memenuhi kondisi berikut :

1. Gaya tekan aksial pada komponen struktur,  $P_u > 0,1A_g f_c' / 10$ .
2. Bentang bersih untuk komponen struktur,  $l_n > \text{empat kali tinggi efektif}$
3. Lebar kompoen,  $b_w > 0,3h$  dan 250 mm
4.  $B_w < \text{lebar komponen penumpu}$ .

## 2.7 Analisa beban lateral atau gempa

Rangka penahan momen yang dilingkupi atau dihubungkan oleh elemen yang lebih kaku dan tidak dianggap sebagai bagian sistem penahan gaya gempa harus didesain agar aksi atau kegagalan tersebut tidak memperparah beban vertikal dan kemampuan rangka penahan gaya gempa.

Pada dasarnya beban lateral yang bekerja menjadikan analisisnya menjadi lebih kompleks. Menurut SNI 1726-2012, ada dua buah metode analisis yang digunakan untuk menghitung pengaruh beban gempa pada struktur yaitu:

### A. Analisis gaya lateral ekivalen

Metode ini merupakan analisa sederhana untuk menentukan pengaruh gempa yang hanya digunakan pada bangunan sederhana dan simetris, yang mengasumsikan besarnya gaya gempa berdasarkan hasil perkalian suatu

konstanta / massa dari elemen tersebut. Metode ini bertujuan untuk menyederhanakan dan memudahkan perhitungan dengan menggantikan beban gempa dengan gaya-gaya statik ekuivalen. Untuk prosedur analisis gaya lateral ekuivalen harus sesuai dengan SNI 1726-2012 pasal 7.8.

## **B. Analisis spektrum respons ragam**

Metode analisa pada perencanaan gedung tahan gempa diperlukan untuk evaluasi yang lebih akurat dari gaya-gaya gempa yang bekerja pada struktur serta untuk mengetahui perilaku dari struktur akibat pengaruh gempa yang sifatnya berulang. Prosedur analisis metode ini harus sesuai dengan SNI 1726-2012 pasal 7.9.

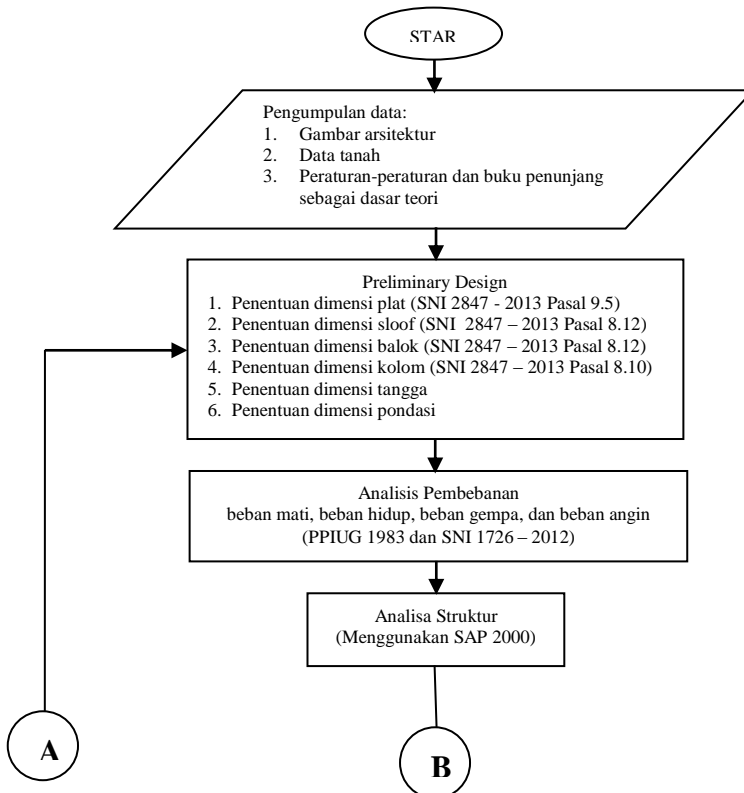
### **2.7.1 Pemilihan metode analisis**

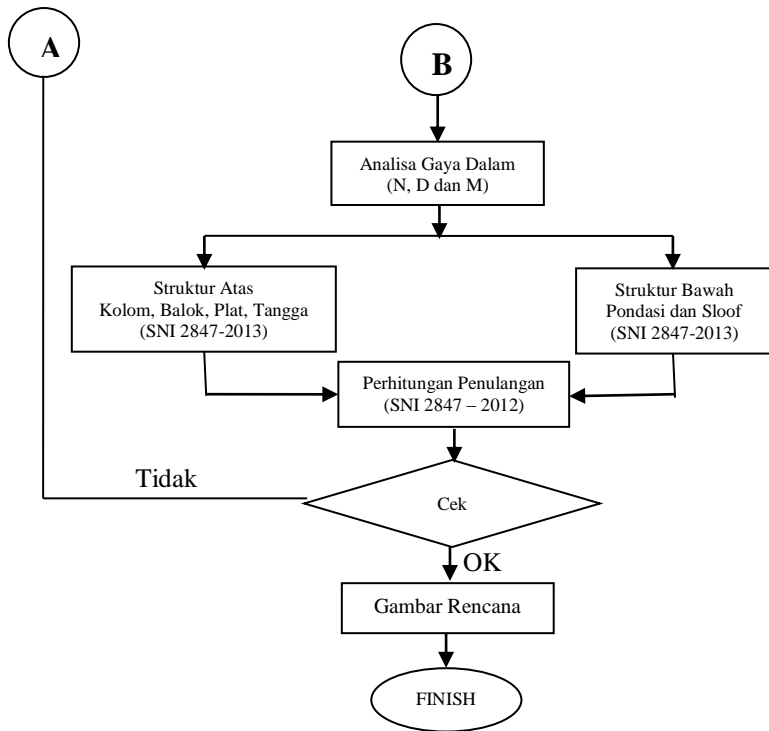
Pemilihan metode analisis untuk perencanaan struktur gedung tahan gempa, ditentukan berdasarkan konfigurasi struktur dan fungsi bangunan yang berkaitan dengan tanah dasar dan kategori desain seismik sesuai dengan tabel 13 pada SNI 1726-2012.

# BAB III

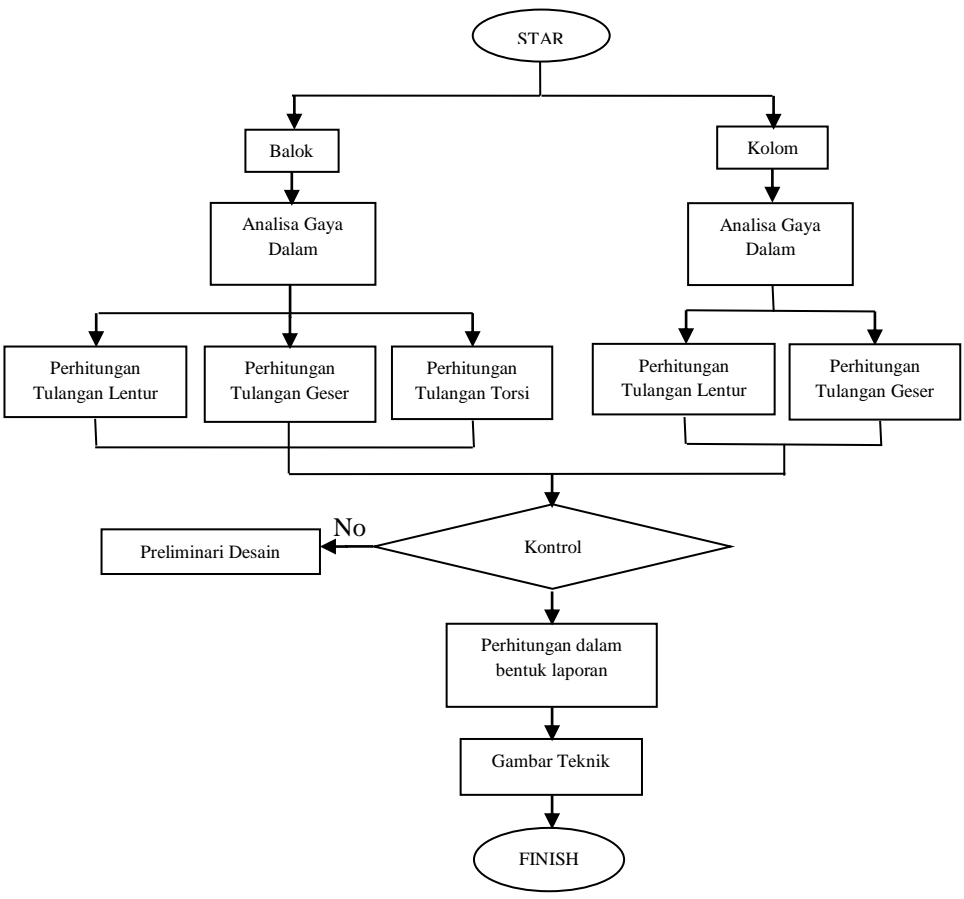
## METODOLOGI PERENCANAAN

Langkah-langkah yang digunakan dalam Perencanaan Rumah Susun Sederhana Sewa Jambangan ini Dengan Menggunakan Metode Struktur Rangka Pemikul momen Menengah tergambar diagram dibawah ini :



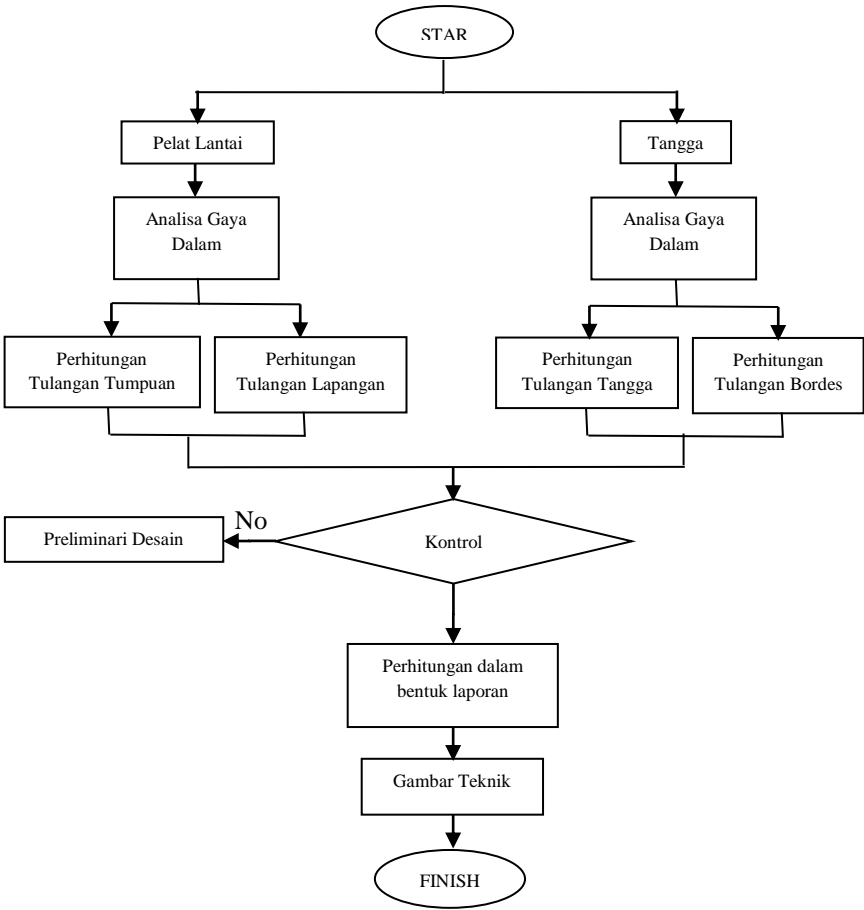


Gambar 3. 1 Bagan Alir Perencanaan Struktur

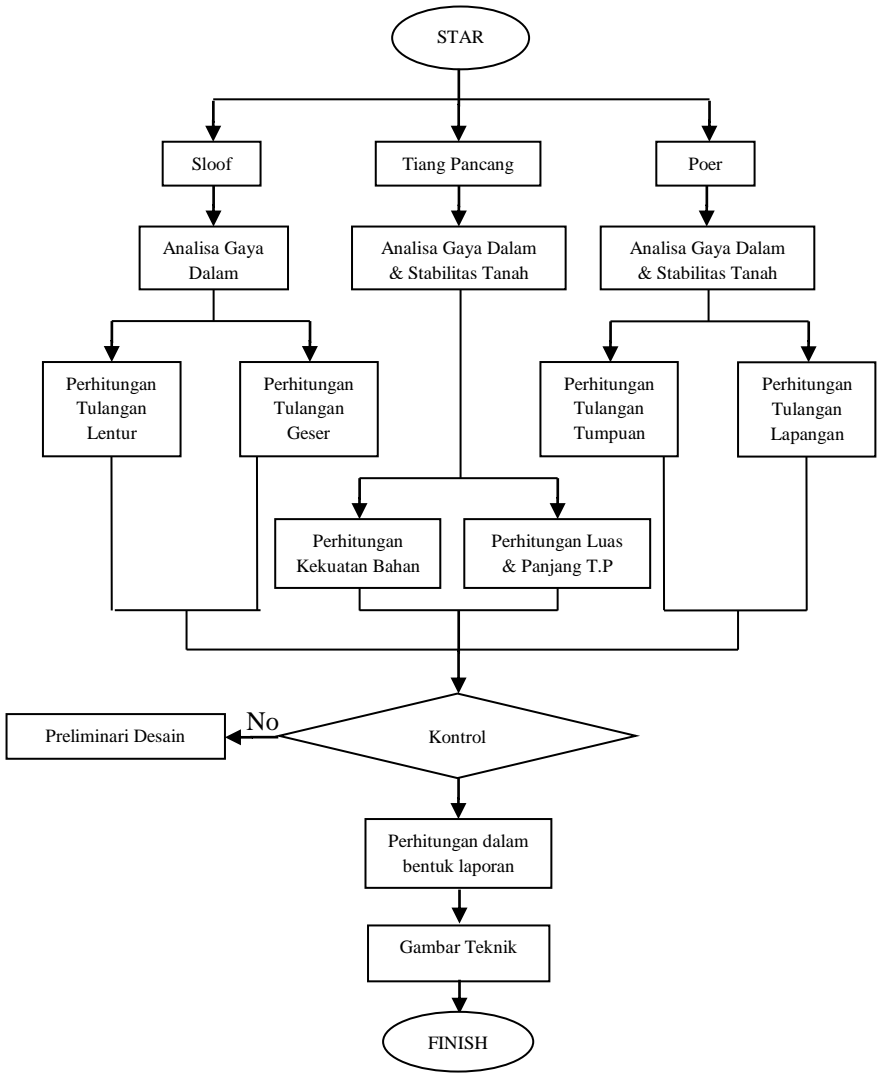


Gambar 3. 2 Bagan Alir Perencanaan Struktur Primer

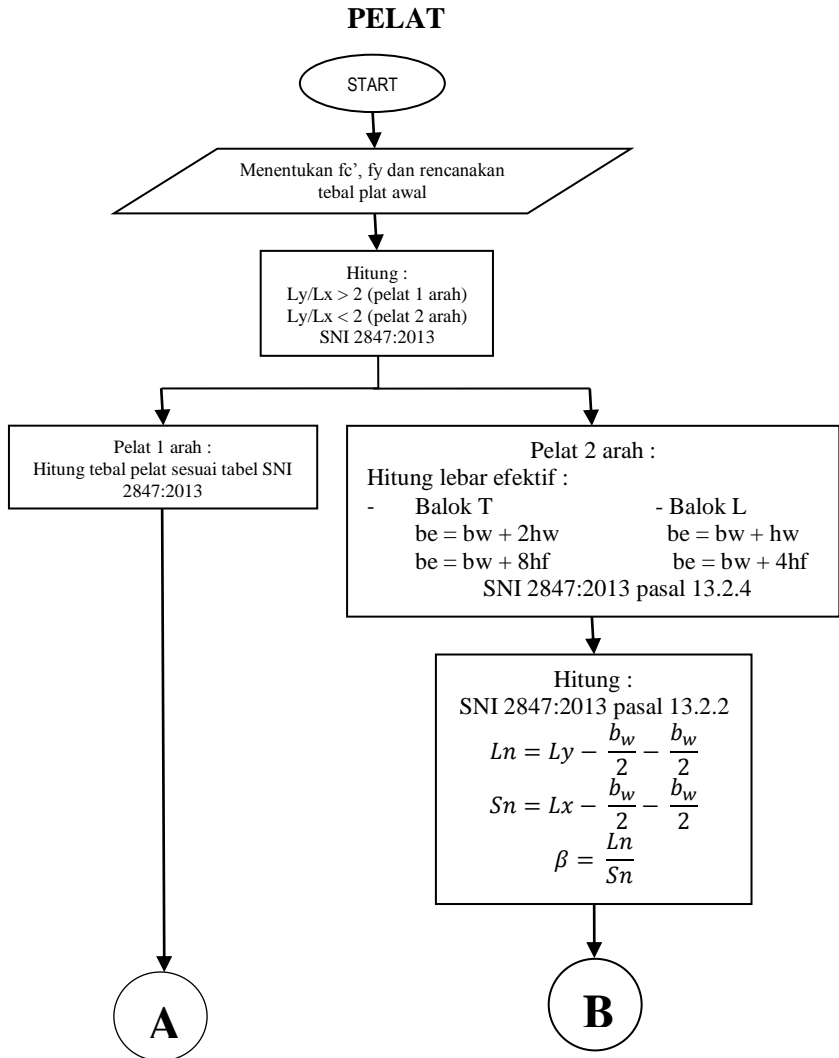


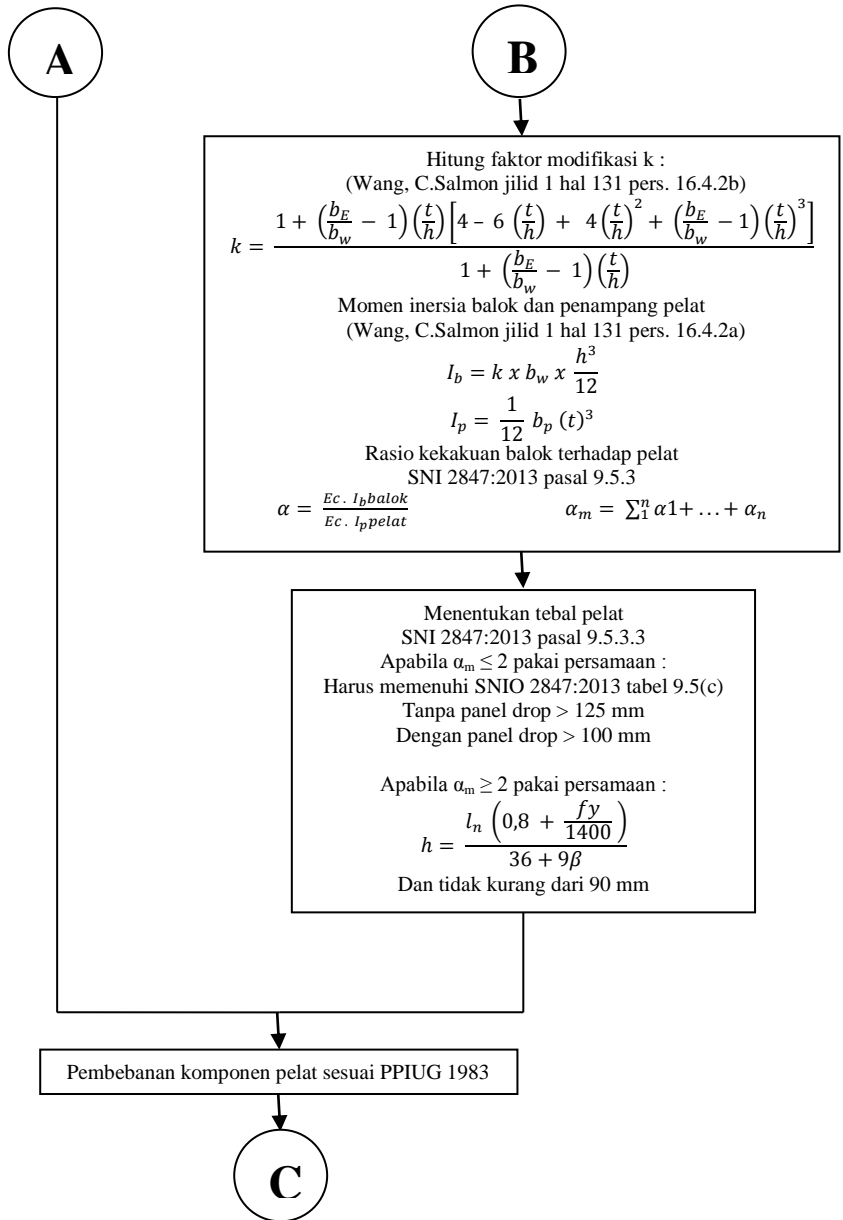


Gambar 3. 3 Bagan Alir Perencanaan Struktur Sekunder



Gambar 3. 4 Bagan Alir Perencanaan Struktur Bawah





**C**

Analisis gaya dalam (Mtx, Mty, Mlx, Mly) sesuai PBBI 1971

- Jepit penuh (tabel 13.3.1)
- Jepit elastis (tabel 13.3.2)

Hitung :

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 10.5.1)

$$\rho_{balance} = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

(SNI 2847:2013 Pasal 8.4.3)

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_{balance}$$

(Wang, C.Salmon jilid 1 hal 49 pers. 3.6.1)

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'}$$

(Wang, C.Salmon jilid 1 hal 55 pers. 3.8.4a)

Hitung :

$$Mn = \frac{Mu}{\phi}$$

(Wang, C.Salmon jilid 1 hal 54 pers. 3.8)

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2}$$

Dimana :

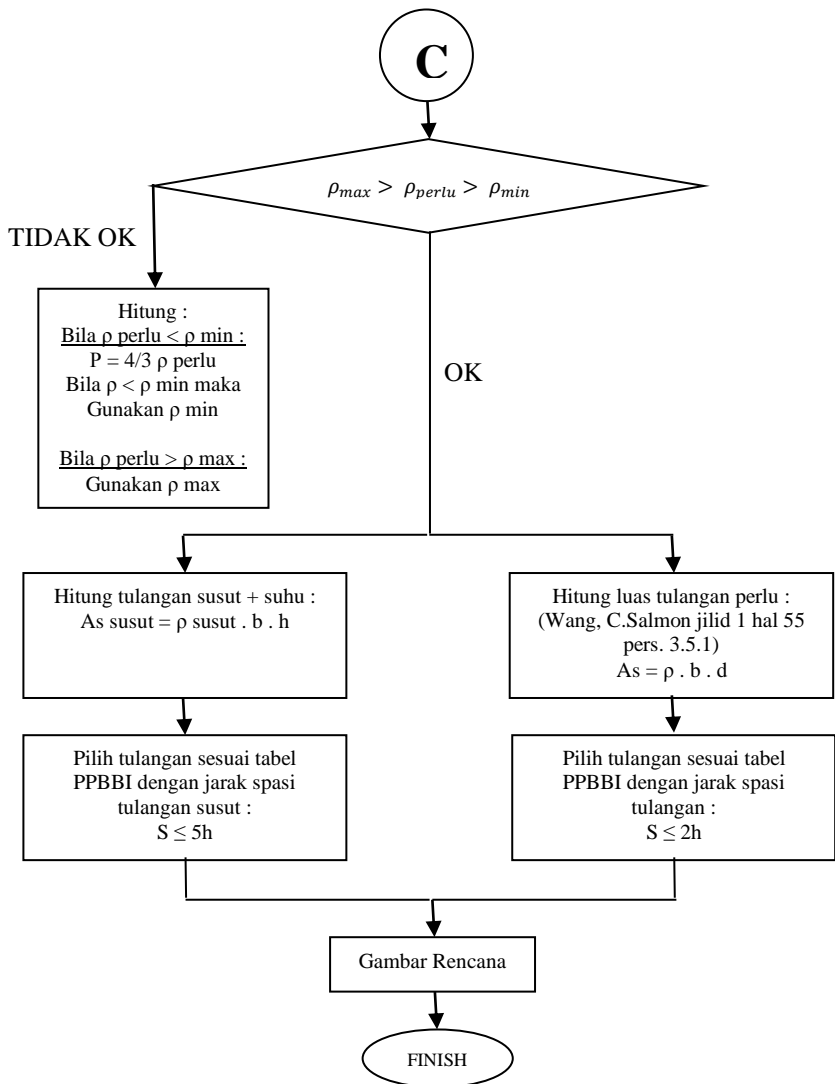
$$dx = t_{plat} - t_{selimut} - 1/2\phi$$

(Wang, C.Salmon jilid 1 hal 55 pers. 3.8.4b)

$$\rho_{pertu} = \frac{1}{m} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times Rn}{f_y}} \right]$$

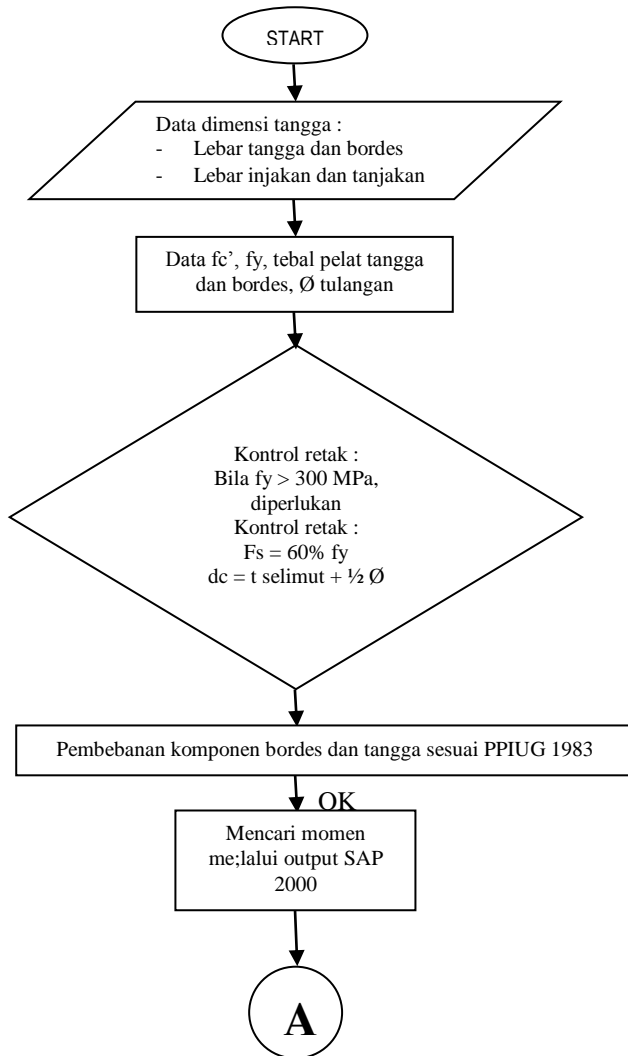
(Wang, C.Salmon jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)

**D**



Gambar 3. 5 Bagan Alir Perencanaan Pelat

## TANGGA



**A**

Hitung :

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 10.5.1)

$$\rho_{balance} = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

(SNI 2847:2013 Pasal 8.4.3)

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_{balance}$$

(Wang, C.Salmon jilid 1 hal 49 pers. 3.6.1)

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'}$$

(Wang, C.Salmon jilid 1 hal 55 pers. 3.8.4a)

Hitung :

$$Mn = \frac{Mu}{\phi}$$

(Wang, C.Salmon jilid 1 hal 54 pers. 3.8)

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot dx^2} \text{ (penulangan arah x)}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot dy^2} \text{ (penulangan arah y)}$$

Dimana :

$$dx = t_{plat} - t_{selimut} - \frac{1}{2} \phi$$

$$dy = t_{plat} - t_{selimut} - \phi - \frac{1}{2} \phi$$

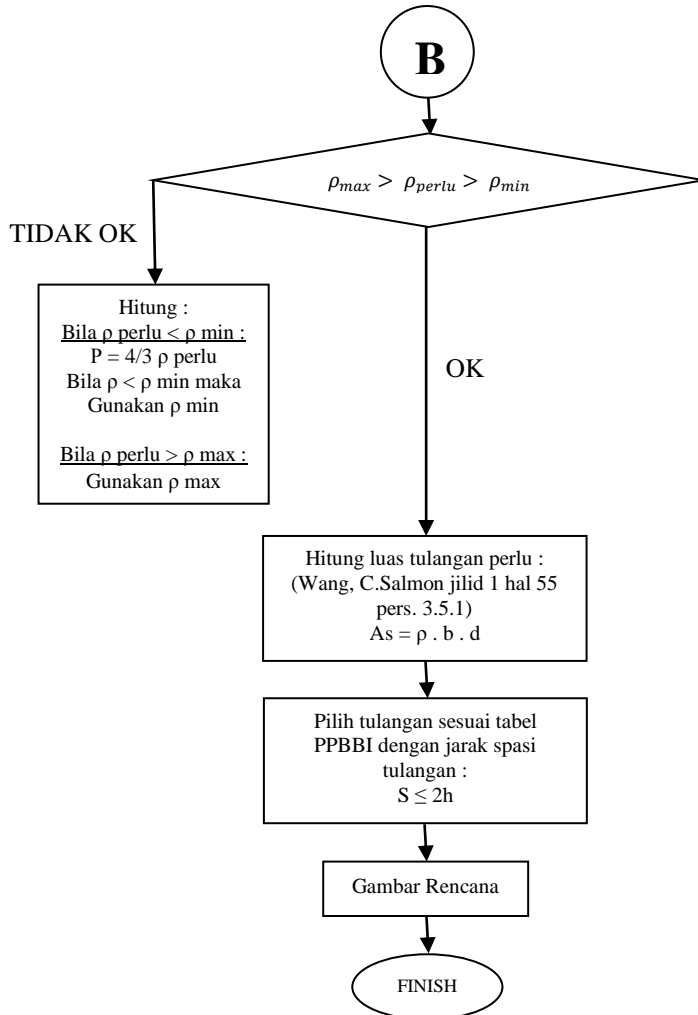
(Wang, C.Salmon jilid 1 hal 55 pers. 3.8.4b)

$$\rho_{pertu} = \frac{1}{m} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times Rn}{f_y}} \right]$$

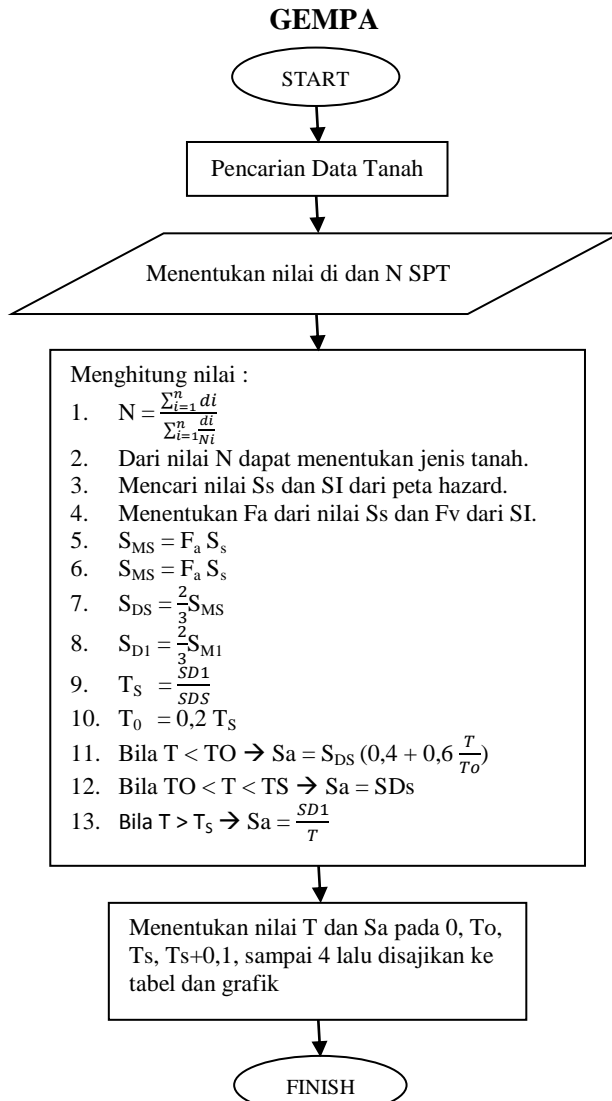
(Wang, C.Salmon jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)

**B**





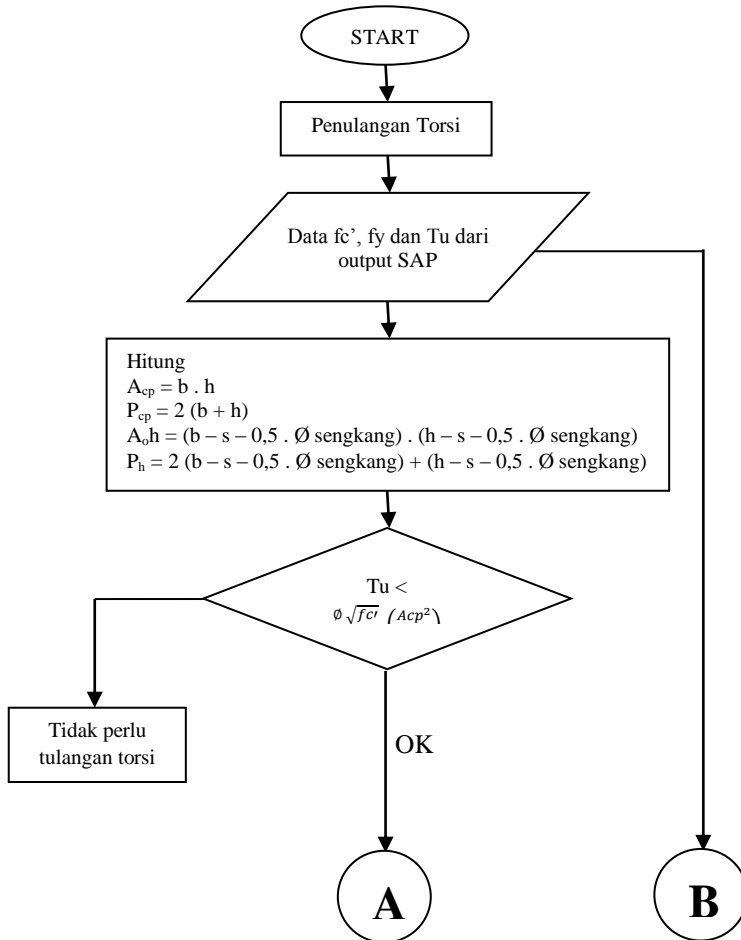
Gambar 3. 6 Bagan Alir Perencanaan Tangga

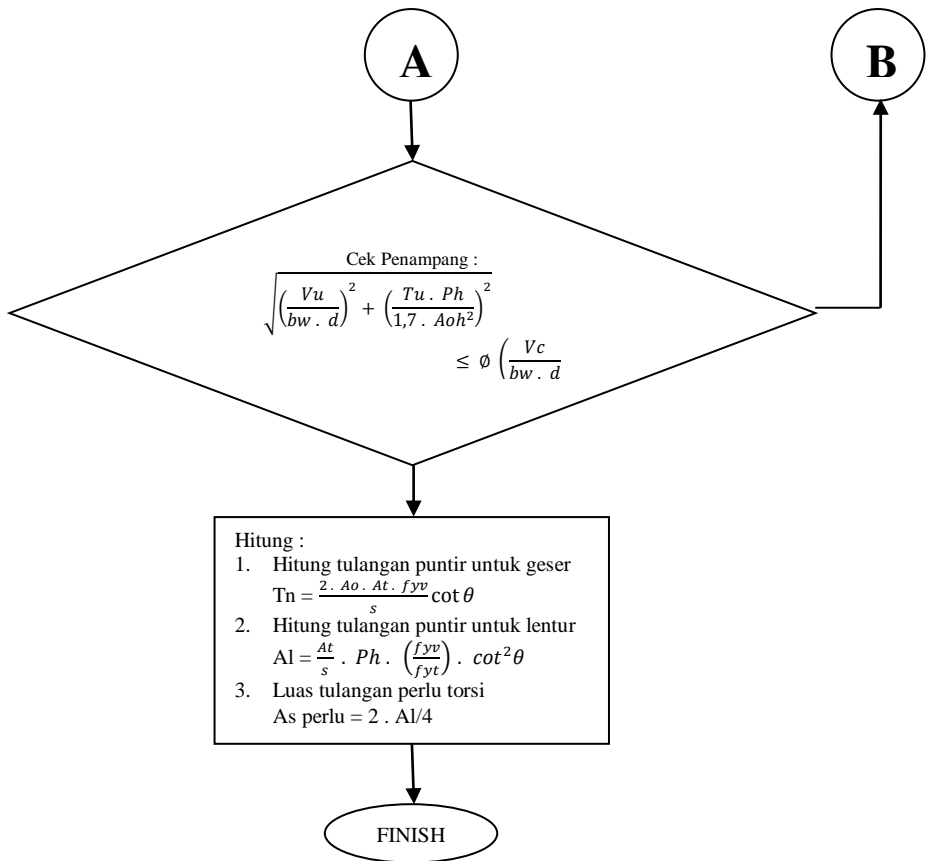


*Gambar 3. 7 Bagan Alir Perencanaan Gempa*

## BALOK

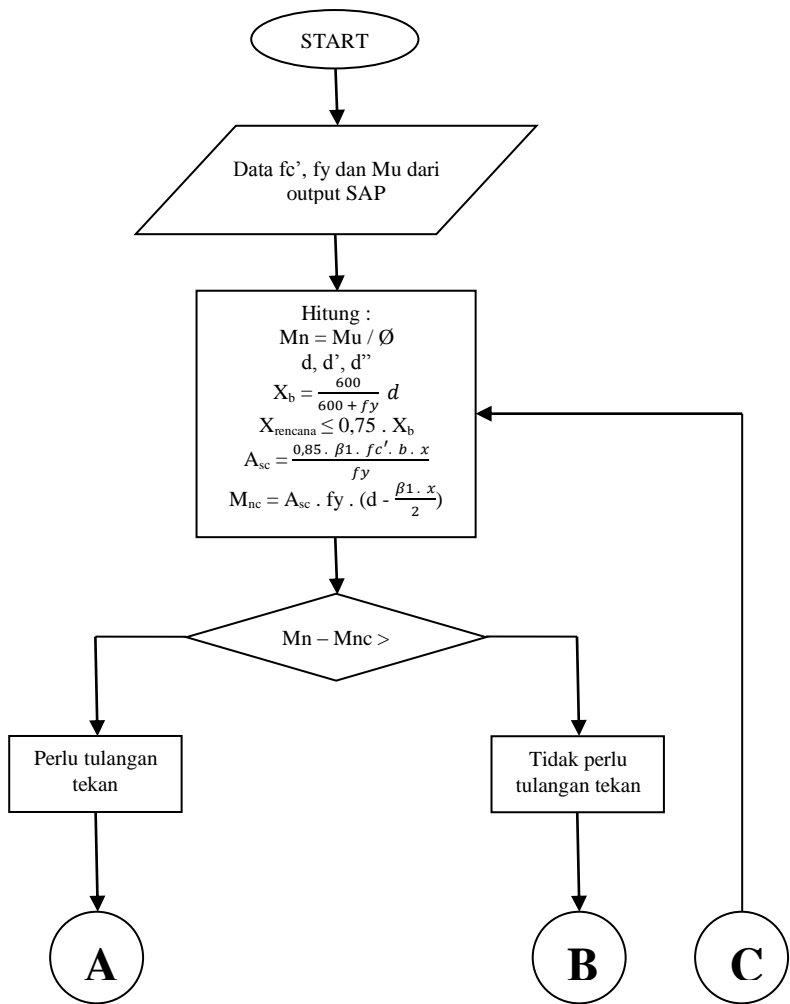
### *Skema Perhitungan Penulangan Torsi*

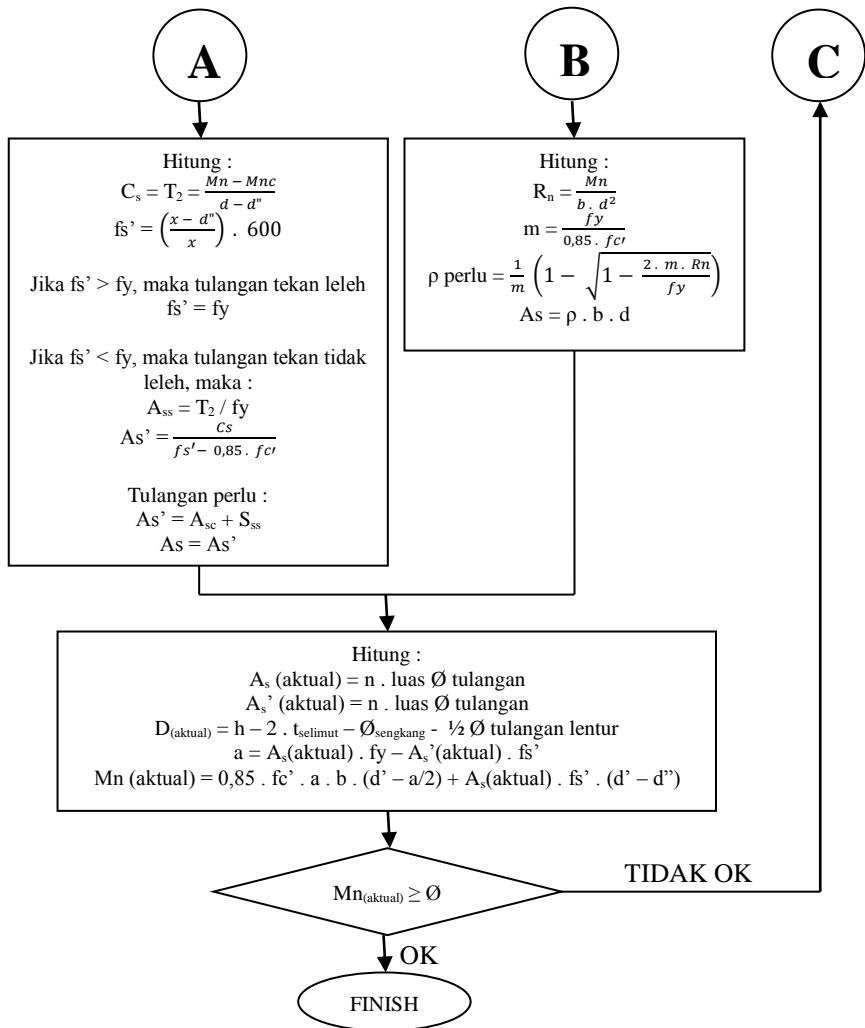




Gambar 3. 8 Bagan Alir Perencanaan Penulangan Torsi Balok

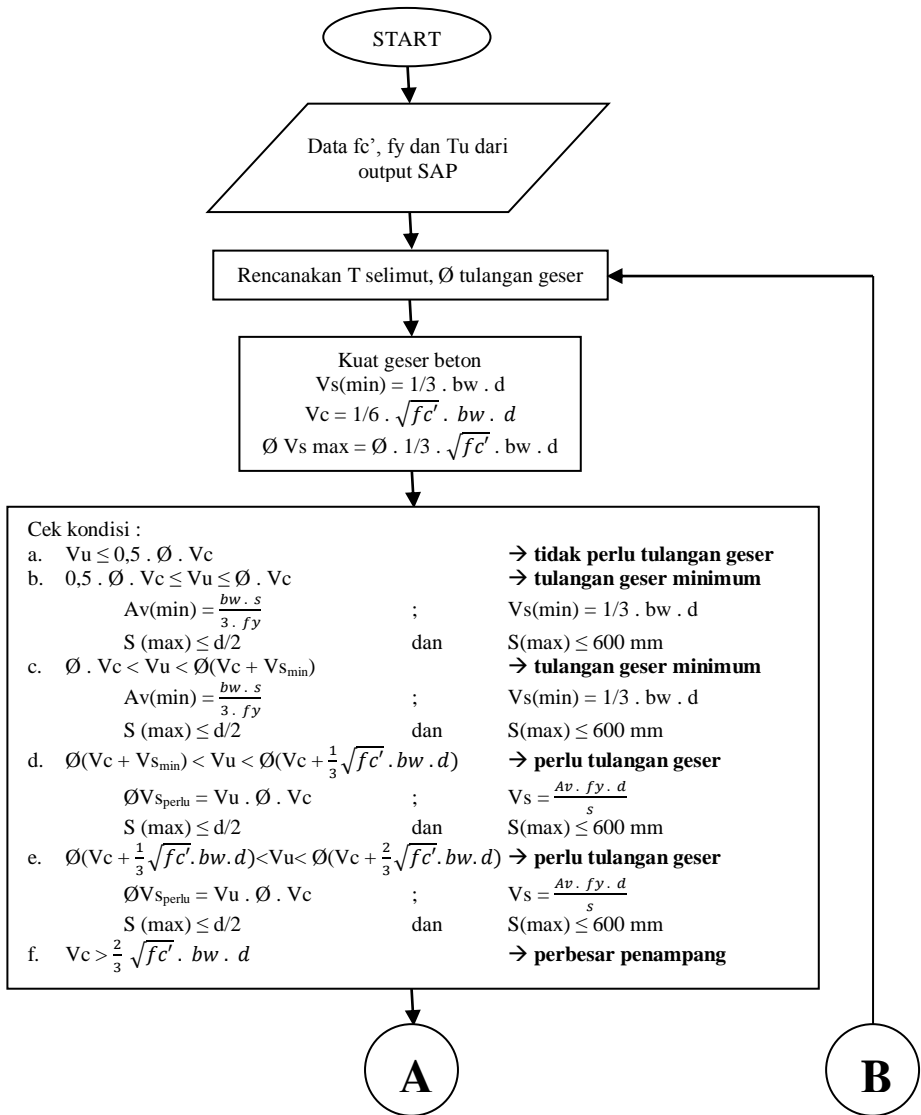
*Skema Perhitungan Penulangan Lentur*

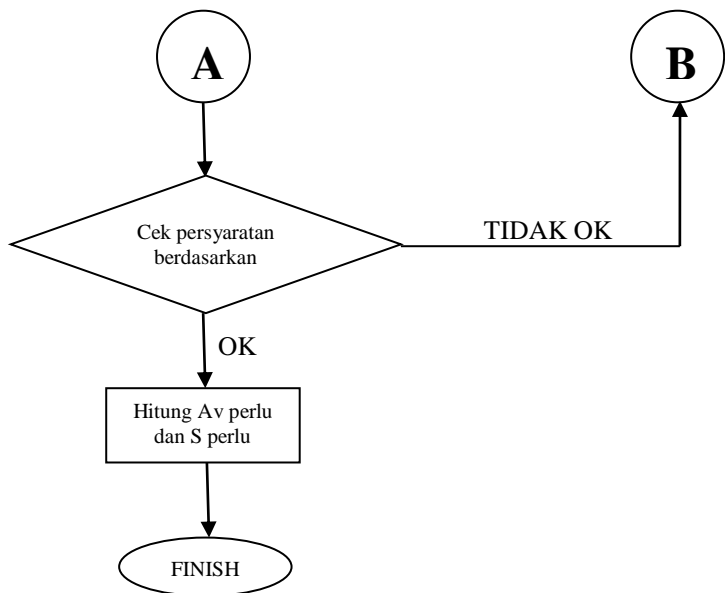




Gambar 3. 9 Bagan Alir Perencanaan Penulangan Lentur Balok

### Skema Perhitungan Penulangan Geser



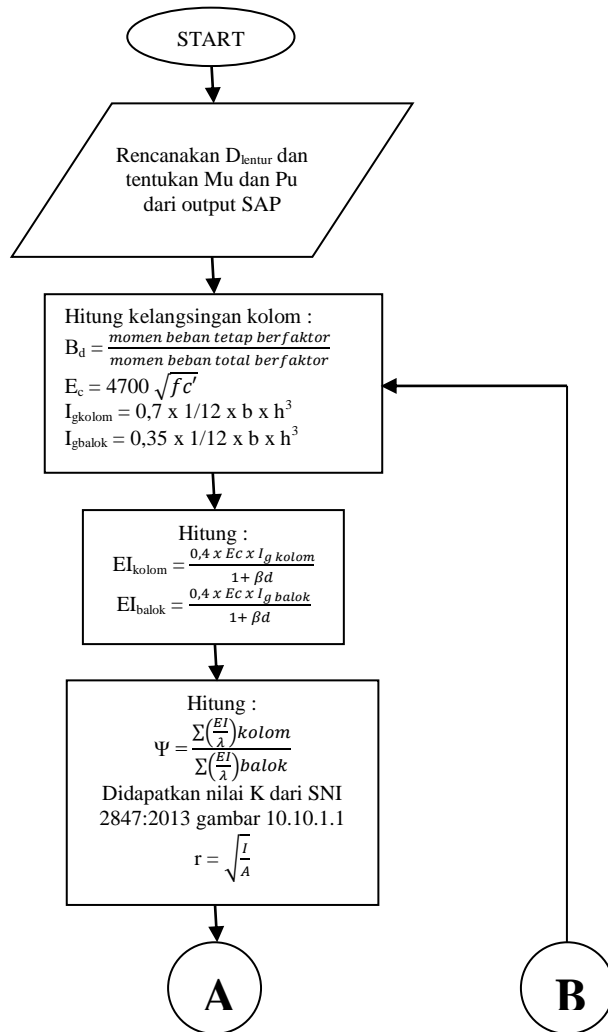


*Gambar 3. 10 Bagan Alir Perencanaan Penulangan Geser Balok*



## KOLOM

*Skema perhitungan penulangan lentur kolom*



## **BAB IV**

### **ANALISA DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Perencanaan Awal Struktur**

##### **4.1.1 Perencanaan Dimensi Balok**

Penentuan tinggi balok min ( $h_{min}$ ) dihitung berdasarkan SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Pasal 9.5 tabel 9.5(a) dimana bila persyaratan telah terpenuhi maka tidak perlu di control terhadap lendutan.

1. Dua tumpuan sederhana :

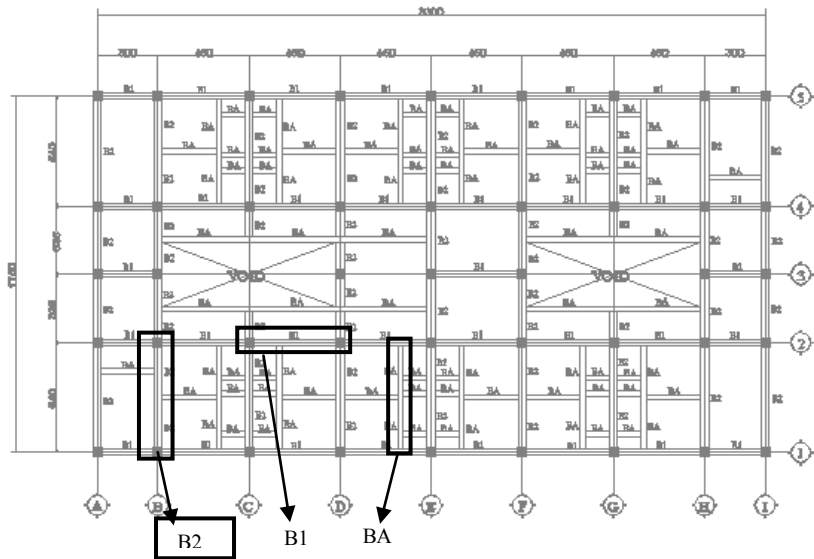
$$.h_{min} = \frac{1}{16} L_b$$

2. Dua tumpuan menerus :

$$.h_{min} = \frac{1}{21} L_b$$

3. Kantilever

$$.h_{min} = \frac{1}{8} L_b$$



Gambar 4. 1 Rencana Pembalokan Lantai

### ➤ Balok Melintang

a. Data perencanaan :

- Tipe balok : B2
- Bentang balok  $L_{\text{balok}}$  : 540 cm
- Kuat leleh tulangan lentur ( $f_y$ ) : 400 MPa

**Balok 2 As 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, dan 9**

Direncanakan dimensi :

$$\begin{aligned}
 h &> 1/16 \times L \times (0,4 + (f_y/700)) & b &> 2/3 h \\
 h &> 1/16 \times 540 \times (0,4 + (400/700)) & b &> 2/3 (40) \\
 h &> 32,8 \text{ cm} & b &> 27 \text{ cm} \\
 h &\approx 40 \text{ cm} & b &\approx 30 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Maka dimensi pakai :

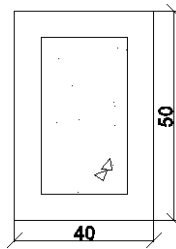
$$h = 40 \text{ cm}$$

$$b = 30 \text{ cm}$$

Berdasarkan perhitungan cek kecukupan penampang terhadap gaya torsi maka penampang diperbesar menjadi :

$$h = 50 \text{ cm}$$

$$b = 40 \text{ cm}$$



Gambar 4. 2 Hasil Penampang Balok Melintang B2

b. Data perencanaan :

- Tipe balok : BA
- Bentang balok  $L_{\text{balok}}$  : 540 cm
- Kuat leleh tulangan lentur ( $f_y$ ) : 400 MPa

**Balok BA As 2', 3', 4', 5', 6', dan 7'**

Direncanakan dimensi :

$$h > 1/21 \times L \times (0,4 + (f_y/700))$$

$$b > 2/3 h$$

$$h > 1/21 \times 540 \times (0,4 + (400/700))$$

$$b > 2/3 (25)$$

$$h > 25 \text{ cm}$$

$$b > 17 \text{ cm}$$

$$h \approx 25 \text{ cm}$$

$$b \approx 20 \text{ cm}$$

Maka dimensi pakai :

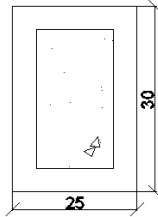
$$h = 25 \text{ cm}$$

$$b = 20 \text{ cm}$$

Berdasarkan perhitungan cek kecukupan penampang terhadap gaya torsi maka penampang diperbesar menjadi :

$$h = 30 \text{ cm}$$

$$b = 25 \text{ cm}$$



Gambar 4. 3 Hasil Penampang Balok Melintang BA

### ➤ Balok Memanjang

Data perencanaan :

- Tipe balok : B1
- Bentang balok  $L_{\text{balok}}$  : 450 cm
- Kuat leleh tulangan lentur ( $f_y$ ) : 400 MPa

#### **Balok 1 As A, B, C, D, dan E**

Direncanakan dimensi :

$$\begin{aligned} h &> 1/16 \times L \times (0,4 + (f_y/700)) & b &> 2/3 h \\ h &> 1/16 \times 450 \times (0,4 + (400/700)) & b &> 2/3 (30) \\ h &> 27,3 \text{ cm} & b &> 20 \text{ cm} \\ h &\approx 30 \text{ cm} & b &\approx 20 \text{ cm} \end{aligned}$$

Maka dimensi pakai :

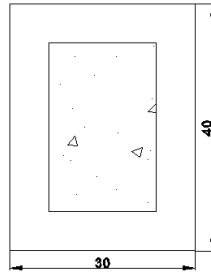
$$h = 30 \text{ cm}$$

$$b = 20 \text{ cm}$$

Berdasarkan perhitungan cek kecukupan penampang terhadap gaya torsi maka penampang diperbesar menjadi :

$$h = 40 \text{ cm}$$

$$b = 30 \text{ cm}$$



Gambar 4. 4 Hasil Penampang Balok Memanjang B1

#### 4.1.2 Perencanaan Dimensi Kolom

Dalam perhitungan dimensi kolom, diambil dari kolom lantai 1, lantai 2, lantai 3, lantai 4, dan lantai 5 sesuai dengan gambar denah yang terlampir. Sehubungan dengan jarak lantai yang sama maka dimensi kolom dari lantai 1 hingga lantai 5 adalah sama.

Berdasarkan PBBI 1989 pasal 13.7.4.1 bahwa momen inersia kolom pada sembarang penampang di luar join atau kepala kolom boleh didasarkan pada penampang bruto beton.

$$\frac{I_{kolom}}{L_{kolom}} \geq \frac{I_{balok}}{L_{balok}}$$

$I_{kolom}$  = momen inersia kolom ( $\text{cm}^4$ )

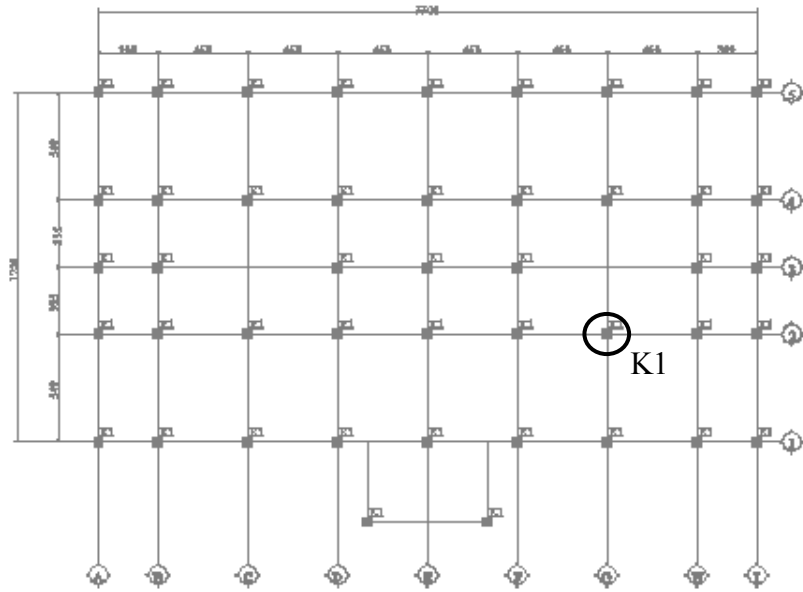
$$I_{kolom} = 1/12 \times b \times h^3$$

$I_{balok}$  = momen inersia balok ( $\text{cm}^4$ )

$$I_{balok} = 1/12 \times b \times h^3$$

$L_{kolom}$  = tinggi bersih antar lantai (cm)

$L_{balok}$  = bentang bersih antar balok (cm)



Gambar 4. 5 Denah Rencana Kolom

#### Data Perencanaan

- Tipe kolom : K – 1
- As kolom : B – 5
- Bentang kolom  $L_{kolom}$  : 320 cm
- Bentang balok  $L_{balok}$  : 540 cm
- Dimensi balok  $b_{balok}$  : 30 cm
- Dimensi balok  $h_{balok}$  : 40 cm

Dimana,  $h_k = b_k$

$$\frac{E_c \times I_{kolom}}{L_{kolom}} \geq \frac{E_c \times I_{balok}}{L_{balok}}$$

$$I_{kolom} = \frac{I_{balok} \cdot L_{kolom}}{L_{balok}}$$

$$I_{kolom} = \frac{1/12 \cdot b_{balok} \cdot (h_{balok})^3 \cdot L_{kolom}}{L_{balok}}$$

$$I_{kolom} = \frac{1/12 \cdot 30 \cdot 40^3 \cdot 320}{540}$$

$$I_{kolom} = \frac{51200000}{540}$$

$$I_{kolom} = 94815 \text{ cm}^4$$

$$I_{kolom} = \frac{1}{12} \cdot b_{kolom} \cdot (h_{kolom})^3$$

$$I_{kolom} = \frac{1}{12} \cdot (b_{kolom})^4$$

$$b_{kolom} = \sqrt[4]{I_{kolom} \cdot 12}$$

$$b_{kolom} = \sqrt[4]{94815 \cdot 12}$$

$$b_{kolom} = \sqrt[4]{1137780}$$

$$b_{kolom} = 32,7 \text{ cm}$$

$$b_{kolom} \approx 35 \text{ cm}$$

Direncanakan :

$$b_{kolom} = 35 \text{ cm}$$

$$h_{kolom} = 50 \text{ cm}$$

$$I_{kolom} = 1/12 \cdot b_{kolom} \cdot (h_{kolom})^3$$

$$I_{kolom} = 1/12 \cdot 35 \cdot (50)^3$$

$$I_{kolom} = 364583,333 \text{ cm}^4$$

$$\frac{Ec \times I_{kolom}}{L_{kolom}} \geq \frac{Ec \times I_{balok}}{L_{balok}}$$

$$\frac{364583,333}{320} \geq \frac{160000}{540}$$

$$1139,323 \geq 296,3 \text{ (oke)}$$

Maka dimensi kolom 35 cm x 50 cm

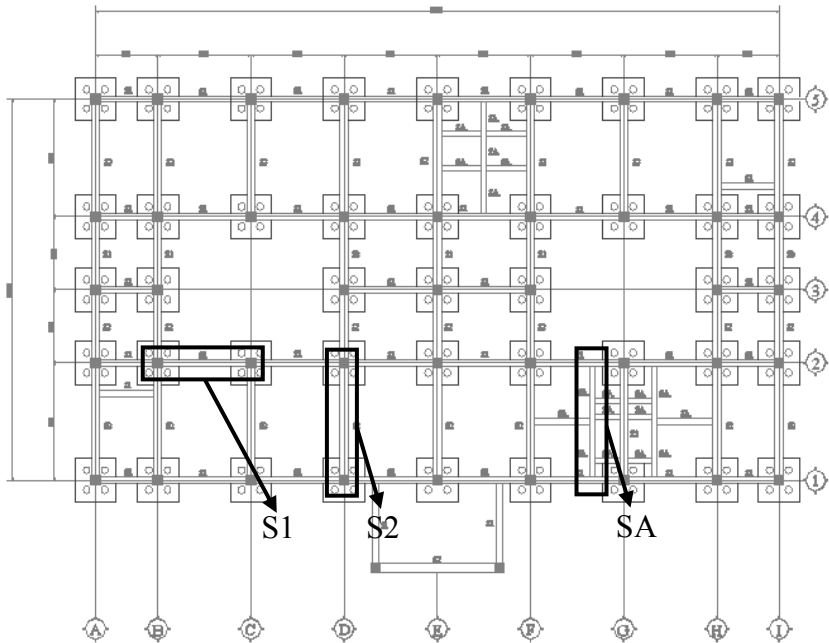


Berdasarkan perhitungan kolom tidak memenuhi maka penampang diperbesar menjadi :

$h = 50 \text{ cm}$

$b = 40 \text{ cm}$

#### 4.1.3 Perencanaan Dimensi Sloof



Gambar 4. 6 Denah Rencana Sloof

#### ➤ Sloof Melintang

##### a. Data Perencanaan

- Tipe sloof : S - 2
- Bentang sloof  $L_{\text{sloof}}$  : 540 cm
- Bentang balok  $L_{\text{balok}}$  : 540 cm
- Dimensi balok  $b_{\text{balok}}$  : 30 cm

- Dimensi balok  $h_{\text{balok}}$  : 40 cm

Dimana,  $h_s = b_s$

$$\frac{Ec \times I_{\text{sloof}}}{L_{\text{sloof}}} \geq \frac{Ec \times I_{\text{balok}}}{L_{\text{balok}}}$$

$$I_{\text{sloof}} = \frac{I_{\text{balok}} \cdot L_{\text{sloof}}}{L_{\text{balok}}}$$

$$I_{\text{sloof}} = \frac{1/12 \cdot b_{\text{balok}} \cdot (h_{\text{balok}})^3 \cdot L_{\text{sloof}}}{L_{\text{balok}}}$$

$$I_{\text{sloof}} = \frac{1/12 \cdot 30 \cdot 40^3 \cdot 540}{540}$$

$$I_{\text{sloof}} = \frac{86400000}{540}$$

$$I_{\text{sloof}} = 160000 \text{ cm}^4$$

$$I_{\text{sloof}} = \frac{1}{12} \cdot b_{\text{sloof}} \cdot (h_{\text{sloof}})^3$$

$$I_{\text{sloof}} = \frac{1}{12} \cdot (b_{\text{sloof}})^4$$

$$b_{\text{sloof}} = \sqrt[4]{I_{\text{sloof}} \cdot 12}$$

$$b_{\text{sloof}} = \sqrt[4]{160000 \cdot 12}$$

$$b_{\text{sloof}} = \sqrt[4]{1920000}$$

$$b_{\text{sloof}} = 37,2 \text{ cm}$$

$$b_{\text{sloof}} \approx 40 \text{ cm}$$

Direncanakan :

$$B_{\text{sloof}} = 40 \text{ cm}$$

$$H_{\text{sloof}} = 50 \text{ cm}$$

$$I_{\text{sloof}} = 1/12 \cdot b_{\text{sloof}} \cdot (h_{\text{sloof}})^3$$

$$I_{\text{sloof}} = 1/12 \cdot 40 \cdot (50)^3$$

$$I_{\text{sloof}} = 416666,667 \text{ cm}^4$$

$$\begin{aligned} \frac{E_c \times I_{sloof}}{L_{sloof}} &\geq \frac{E_c \times I_{balok}}{L_{balok}} \\ \frac{416666,667}{540} &\geq \frac{160000}{540} \\ 771,605 &\geq 296,3 \quad (\text{oke}) \end{aligned}$$

Maka dimensi sloof melintang 40 cm x 50 cm

b. Data Perencanaan

- Tipe sloof : SA
- Bentang sloof  $L_{sloof}$  : 540 cm
- Bentang balok  $L_{balok}$  : 540 cm
- Dimensi balok  $b_{balok}$  : 20 cm
- Dimensi balok  $h_{balok}$  : 25 cm

Dimana,  $h_s = b_s$

$$\begin{aligned} \frac{E_c \times I_{sloof}}{L_{sloof}} &\geq \frac{E_c \times I_{balok}}{L_{balok}} \\ I_{sloof} &= \frac{I_{balok} \cdot L_{sloof}}{L_{balok}} \\ I_{sloof} &= \frac{1/12 \cdot b_{balok} \cdot (h_{balok})^3 \cdot L_{sloof}}{L_{balok}} \\ I_{sloof} &= \frac{1/12 \cdot 20 \cdot 25^3 \cdot 540}{540} \\ I_{sloof} &= \frac{14062500}{540} \\ I_{sloof} &= 26041,7 \text{ cm}^4 \\ I_{sloof} &= \frac{1}{12} \cdot b_{sloof} \cdot (h_{sloof})^3 \\ I_{sloof} &= \frac{1}{12} \cdot (b_{sloof})^4 \\ b_{sloof} &= \sqrt[4]{I_{sloof} \cdot 12} \\ b_{sloof} &= \sqrt[4]{26041,7 \cdot 12} \\ b_{sloof} &= \sqrt[4]{312500,4} \end{aligned}$$

$$b_{sloof} = 24 \text{ cm}$$

$$b_{sloof} \approx 25 \text{ cm}$$

Direncanakan :

$$B_{sloof} = 25 \text{ cm}$$

$$H_{sloof} = 30 \text{ cm}$$

$$I_{sloof} = \frac{1}{12} \cdot b_{sloof} \cdot (h_{sloof})^3$$

$$I_{sloof} = \frac{1}{12} \cdot 25 \cdot (30)^3$$

$$I_{sloof} = 56250 \text{ cm}^4$$

$$\frac{E_c \times I_{sloof}}{L_{sloof}} \geq \frac{E_c \times I_{balok}}{L_{balok}}$$

$$\frac{56250}{540} \geq \frac{26041,7}{540}$$

$$104,167 \geq 48,225 \text{ (oke)}$$

Maka dimensi sloof melintang 25 cm x 30 cm

➤ Sloof Memanjang

a. Data Perencanaan

- Tipe sloof : S - 1
- Bentang sloof  $L_{sloof}$  : 450 cm
- Bentang balok  $L_{balok}$  : 450 cm
- Dimensi balok  $b_{balok}$  : 20 cm
- Dimensi balok  $h_{balok}$  : 30 cm

Dimana,  $h_s = b_s$

$$\frac{E_c \times I_{sloof}}{L_{sloof}} \geq \frac{E_c \times I_{balok}}{L_{balok}}$$

$$I_{sloof} = \frac{I_{balok} \cdot L_{sloof}}{L_{balok}}$$

$$I_{sloof} = \frac{\frac{1}{12} \cdot b_{balok} \cdot (h_{balok})^3 \cdot L_{sloof}}{L_{balok}}$$

$$I_{sloof} = \frac{1/12 \cdot 20 \cdot 30^3 \cdot 450}{450}$$

$$I_{sloof} = \frac{20250000}{450}$$

$$I_{sloof} = 45000 \text{ cm}^4$$

$$I_{sloof} = \frac{1}{12} \cdot b_{sloof} \cdot (h_{sloof})^3$$

$$I_{sloof} = \frac{1}{12} \cdot (b_{sloof})^4$$

$$b_{sloof} = \sqrt[4]{I_{sloof} \cdot 12}$$

$$b_{sloof} = \sqrt[4]{45000 \cdot 12}$$

$$b_{sloof} = \sqrt[4]{540000}$$

$$b_{sloof} = 27,1 \text{ cm}$$

$$b_{sloof} \approx 30 \text{ cm}$$

Direncanakan :

$$B_{sloof} = 30 \text{ cm}$$

$$H_{sloof} = 40 \text{ cm}$$

$$I_{sloof} = 1/12 \cdot b_{sloof} \cdot (h_{sloof})^3$$

$$I_{sloof} = 1/12 \cdot 30 \cdot (40)^3$$

$$I_{sloof} = 160000 \text{ cm}^4$$

$$\frac{Ec \times I_{sloof}}{L_{sloof}} \geq \frac{Ec \times I_{balok}}{L_{balok}}$$

$$\frac{160000}{450} \geq \frac{45000}{450}$$

$$355,556 \geq 100 \text{ (oke)}$$

Maka dimensi sloof memanjang 30 cm x 40 cm

➤ Kesimpulan

Balok Induk yang dipakai :

- Melintang 40/50
- Memanjang 30/40

Balok anak yang dipakai :

- Melintang 25/30

Kolom yang dipakai :

- Kolom 45/45

Sloof yang dipakai :

- Melintang 40/50
- Memanjang 30/40

Sloof anak yang dipakai :

- Melintang 25/30

## 4.2 Perencanaan Struktur sekunder

### 4.2.1 Perhitungan Pelat

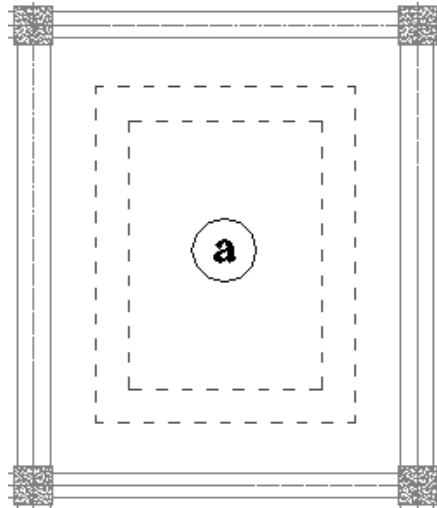
#### 4.2.1.1 Perencanaan Dimensi Pelat

Pembebanan pada pelat dibagi menjadi dua yaitu pembebanan pada pelat atap dan pembebanan pada pelat lantai. Hal ini dikarenakan beban yang bekerja pada pelat atap tidak sama dengan pelat lantai oleh karena itu perhitungan pembebanan dan perhitungan kebutuhan tulangannya dibedakan.

Perencanaan pelat pada lantai maupun atap direncanakan dengan anggapan terjepit elastis. Hal ini terjadi jika pelat dan balok dicor bersama-sama secara monolit, dan ukuran balok cukup kecil, sehingga balok tidak cukup kuat untuk mencegah terjadinya rotasi.

## a. Data-data perencanaan

- Tipe pelat : A (EL +14,60)
- As pelat : 4 -5 joint B – C
- Mutu beton ( $f_c'$ ) : 30 MPa
- Kuat leleh tulangan lentur ( $f_y$ ) : 400 MPa
- Rencana tebal pelat : 12 cm
- Bentang pelat sumbu panjang ( $L_y$ ) : 540 cm
- Bentang pelat sumbu pendek ( $L_x$ ) : 450 cm
- Balok (atas) B1 : 20/30
- Balok (bawah) B1 : 20/30
- Balok (kanan) B2 : 30/40
- Balok (kiri) BA : 30/40



Gambar 4. 7 Detail Pelat Tipe

## b. Perhitungan perencanaan

Lendutan ijin

$$.Lendutan = \frac{L}{240} = \frac{5400}{240} = 22,5 \text{ mm}$$

Bentang bersih pelat sumbu panjang

$$.Ln = Ly - \frac{b_w}{2} - \frac{b_w}{2}$$

$$.Ln = 540 - \frac{30}{2} - \frac{30}{2} = 520 \text{ cm}$$

Bentang bersih pelat sumbu pendek

$$.Sn = Lx - \frac{b_w}{2} - \frac{b_w}{2}$$

$$.Sn = 450 - \frac{30}{2} - \frac{30}{2} = 420 \text{ cm}$$

$$.\beta = \frac{Ln}{Sn} = \frac{520}{420} = 1,238$$

## ➤ Balok kanan B2

Lebar Efektif

$$be = bw + 2 hw = 30 + (2 \times (40 - 12)) = 86 \text{ cm}$$

$$be = bw + 8 hf = 30 + (8 \times 12) = 126 \text{ cm}$$

maka nilai be (pakai nilai be yang terkecil) → 86 cm

Faktor Modifikasi (k) :

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G.****Salmon Jilid 2 hal 131)**

$$.k = \frac{1 + \left(\frac{b_E}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)\left[4 - 6\left(\frac{t}{h}\right) + 4\left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_E}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{b_E}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)}$$

$$.k = \frac{1 + \left(\frac{86}{30} - 1\right)\left(\frac{12}{40}\right)\left[4 - 6\left(\frac{12}{40}\right) + 4\left(\frac{12}{40}\right)^2 + \left(\frac{86}{30} - 1\right)\left(\frac{12}{40}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{86}{30} - 1\right)\left(\frac{12}{40}\right)}$$



$$.k = 1,578$$

Momen Inersia Penampang

$$.I_b = k \times b_w \times \frac{h^3}{12}$$

$$.I_b = 1,578 \times 30 \times \frac{40^3}{12}$$

$$.I_b = 252495 \text{ cm}^4$$

Momen Inersia Lajur Penampang

$$.I_p = \frac{1}{12} b_p (t)^3$$

$$.I_p = \frac{1}{12} \cdot 450 (12)^3$$

$$.I_p = 64800 \text{ cm}^4$$

Rasio Kekakuan Pelat ( $\alpha$ )

$$.\alpha = \frac{I_{b\text{balok}}}{I_{p\text{pelat}}}$$

$$.\alpha = \frac{252495 \text{ cm}^4}{64800 \text{ cm}^4}$$

$$.\alpha = 3,9$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 13.3.6)**

➤ Balok kiri BA

Lebar Efektif

$$be = bw + 2 hw = 30 + (2 \times (40 - 12)) = 86 \text{ cm}$$

$$be = bw + 8 hf = 30 + (8 \times 12) = 126 \text{ cm}$$

maka nilai be (pakai nilai be yang terkecil) → 86 cm

Faktor Modifikasi (k) :

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 2 hal 131)**

$$.k = \frac{1 + \left(\frac{b_E}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)\left[4 - 6\left(\frac{t}{h}\right) + 4\left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_E}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{b_E}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{86}{30} - 1\right)\left(\frac{12}{40}\right)\left[4 - 6\left(\frac{12}{40}\right) + 4\left(\frac{12}{40}\right)^2 + \left(\frac{86}{30} - 1\right)\left(\frac{12}{40}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{86}{30} - 1\right)\left(\frac{12}{40}\right)}$$

$$.k = 1,578$$

Momen Inersia Penampang

$$.I_b = k \times b_w \times \frac{h^3}{12}$$

$$.I_b = 1,578 \times 30 \times \frac{40^3}{12}$$

$$.I_b = 252495 \text{ cm}^4$$

Momen Inersia Lajur Penampang

$$.I_p = \frac{1}{12} b_p (t)^3$$

$$.I_p = \frac{1}{12} \cdot 450 (12)^3$$

$$.I_p = 64800 \text{ cm}^4$$

Rasio Kekakuan Pelat ( $\alpha$ )

$$.\alpha = \frac{I_{b\text{balok}}}{I_{p\text{pelat}}}$$

$$.\alpha = \frac{252495 \text{ cm}^4}{64800 \text{ cm}^4}$$

$$.\alpha = 3,9$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 13.3.6)**

➤ Balok atas B1

Lebar Efektif

$$be = bw + 2 hw = 20 + (2 \times (30 - 12)) = 56 \text{ cm}$$

$$be = bw + 8 hf = 20 + (8 \times 12) = 116 \text{ cm}$$

maka nilai be (pakai nilai be yang terkecil) → 56 cm

Faktor Modifikasi (k) :

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 2 hal 131)**

$$.k = \frac{1 + \left(\frac{b_E}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)\left[4 - 6\left(\frac{t}{h}\right) + 4\left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_E}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{b_E}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)}$$

$$.k = \frac{1 + \left(\frac{56}{20} - 1\right)\left(\frac{12}{30}\right)\left[4 - 6\left(\frac{12}{30}\right) + 4\left(\frac{12}{30}\right)^2 + \left(\frac{56}{20} - 1\right)\left(\frac{12}{30}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{56}{20} - 1\right)\left(\frac{12}{30}\right)}$$

$$.k = 1,567$$

Momen Inersia Penampang

$$.I_b = k \times b_w \times \frac{h^3}{12}$$

$$.I_b = 1,567 \times 20 \times \frac{30^3}{12}$$

$$.I_b = 70528 \text{ cm}^4$$

Momen Inersia Lajur Penampang

$$.I_p = \frac{1}{12} b_p (t)^3$$

$$.I_p = \frac{1}{12} \cdot 540 (12)^3$$

$$.I_p = 77760 \text{ cm}^4$$

Rasio Kekakuan Pelat ( $\alpha$ )

$$.\alpha = \frac{I_{b \text{ balok}}}{I_{p \text{ pelat}}}$$

$$.\alpha = \frac{70528 \text{ cm}^4}{77760 \text{ cm}^4}$$

$$.\alpha = 0,91$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 13.3.6)**

## ➤ Balok bawah B1

Lebar Efektif

$$b_e = b_w + 2 h_w = 20 + (2 \times (30 - 12)) = 56 \text{ cm}$$

$$b_e = b_w + 8 h_f = 20 + (8 \times 12) = 116 \text{ cm}$$

maka nilai  $b_e$  (pakai nilai  $b_e$  yang terkecil)  $\rightarrow 56 \text{ cm}$ Faktor Modifikasi ( $k$ ) :**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 2 hal 131)**

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)\left[4 - 6\left(\frac{t}{h}\right) + 4\left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{56}{20} - 1\right)\left(\frac{12}{30}\right)\left[4 - 6\left(\frac{12}{30}\right) + 4\left(\frac{12}{30}\right)^2 + \left(\frac{56}{20} - 1\right)\left(\frac{12}{30}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{56}{20} - 1\right)\left(\frac{12}{30}\right)}$$

$$k = 1,567$$

Momen Inersia Penampang

$$I_b = k \times b_w \times \frac{h^3}{12}$$

$$I_b = 1,567 \times 20 \times \frac{30^3}{12}$$

$$I_b = 70528 \text{ cm}^4$$

Momen Inersia Lajur Penampang

$$I_p = \frac{1}{12} b_p (t)^3$$

$$I_p = \frac{1}{12} \cdot 540 (12)^3$$

$$I_p = 77760 \text{ cm}^4$$

Rasio Kekakuan Pelat ( $\alpha$ )

$$\alpha = \frac{I_{b\text{balok}}}{I_{p\text{pelat}}}$$

$$\alpha = \frac{70528 \text{ cm}^4}{77760 \text{ cm}^4}$$

$$\alpha = 0,91$$

(SNI 2847:2013 Pasal 13.3.6)

Dari keempat balok di sekeliling pelat di atas, didapat nilai rata-rata  $\alpha_m$  :

$$\alpha_m = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4}$$

$$\alpha_m = \frac{3,9 + 3,9 + 0,91 + 0,91}{4}$$

$$\alpha_m = 2,4$$

Karena  $\alpha_m > 2$ , maka dipakai perhitungan sesuai dengan **SNI 2847:2013 pasal 9.5.3.3** dimana ketebalan minimum pelat tidak boleh kurang dari:

$$h = \frac{l_n \left( 0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta} > 90 \text{ mm}$$

$$h = \frac{5200 \left( 0,8 + \frac{400}{1400} \right)}{36 + 9(1,238)} > 90 \text{ mm}$$

$$h = 119,76 > 90 \text{ mm}$$

Jadi, dimensi tebal pelat lantai menggunakan  $t = 120 \text{ mm}$

#### 4.2.1.2 Pembebanan Pelat

##### ➤ Pelat Lantai

Beban yang bekerja pada pelat lantai juga terdiri dari 2 jenis beban, yaitu beban mati ( $q_D$ ) dan beban hidup ( $q_L$ ). Pembebanan yang terjadi dapat dilihat pada tabel berikut :

- **Beban Mati**

*Tabel 4. 1 Beban Mati Pelat Lantai*

Berat Pelat	0,12m x 2.400 Kg/m <sup>3</sup>	288 kg/m <sup>2</sup>
Penggantungan	7 Kg/m <sup>2</sup>	7 kg/m <sup>2</sup>
Plafond	11 Kg/m <sup>2</sup>	11 kg/m <sup>2</sup>
Spesi (2cm)	2 x 21Kg/m <sup>2</sup>	42 kg/m <sup>2</sup>
Keramik (1cm)	1 x 24 Kg/m <sup>2</sup>	24 kg/m <sup>2</sup>
Plumbing	25 Kg/m <sup>2</sup>	25 kg/m <sup>2</sup>
Instalasi listrik (asumsi)	40 Kg/m <sup>2</sup>	40 kg/m <sup>2</sup>
Berat Total		437 kg/m <sup>2</sup>

- **Beban Hidup**

Beban hidup ( $q_L$ ) rusun digunakan sebesar 250 kg/m<sup>2</sup> menurut PPIUG 1987.

Maka pelat lantai menerima beban rencana terfaktor ultimate  $Q_u$  sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_u &= 1,2 Q_D + 1,6 Q_L \\
 &= (1,2 \times 437) + (1,6 \times 250) \\
 &= 924,4 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

➤ **Pelat Atap**

Beban yang bekerja pada pelat atap juga terdiri dari 2 jenis beban, yaitu beban mati ( $q_D$ ) dan beban hidup ( $q_L$ ). Pembebanan yang terjadi dapat dilihat pada tabel berikut :

- **Beban Mati**

*Tabel 4. 2 Beban Mati Pelat Atap*

Berat Pelat	0,12m x 2.400 Kg/m <sup>3</sup>	288 kg/m <sup>2</sup>
Penggantung	7 Kg/m <sup>2</sup>	7 kg/m <sup>2</sup>
Plafond	11 Kg/m <sup>2</sup>	11 kg/m <sup>2</sup>
Spesi (2cm)	2 x 21Kg/m <sup>2</sup>	42 kg/m <sup>2</sup>
Waterproof/Aspal (3cm)	3 x 14 Kg/m <sup>2</sup>	42 kg/m <sup>2</sup>
Plumbing	25 Kg/m <sup>2</sup>	25 kg/m <sup>2</sup>
Instalasi listrik (asumsi)	40 Kg/m <sup>2</sup>	40 kg/m <sup>2</sup>
Berat Total		455 kg/m <sup>2</sup>

- **Beban Hidup**

Beban hidup ( $q_L$ ) rusun digunakan sebesar 100 kg/m<sup>2</sup> menurut PPIUG 1987.

Maka pelat lantai menerima beban rencana terfaktor ultimate  $Q_u$  sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_u &= 1,2 Q_D + 1,6 Q_L \\
 &= (1,2 \times 455) + (1,6 \times 100) \\
 &= 706 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

#### **4.2.1.3 Perhitungan Penulangan Pelat**

➤ **Tipe Pelat Two Way**

Pelat/slab adalah bidang tipis yang menahan beban – beban transversal melalui aksi lentur ke masing – masing tumpuan. Dalam desain, gaya – gaya pada pelat bekerja menurut aksi satu arah dan dua arah. Sehingga dikenal dengan

adanya pelat satu arah (one way slab) dan pelat dua arah (two way slab). Pada prinsipnya, pelat satu arah serupa dengan balok lebar yang memiliki gaya momen lentur terutama bekerja dalam satu arah ( $I_x$ ), sedangkan pada pelat dua arah, momen lentur akan bekerja pada kedua arah bentang pelat ( $I_y$  dan  $I_x$ ).

Pelat direncanakan menerima beban berdasarkan PPIUG 11983 dengan fungsi tiap lantai. Kombinasi yang digunakan adalah :

$$U = 1,2DL + 1,6LL$$

Dimana :

$U$  = Beban ultimate pelat

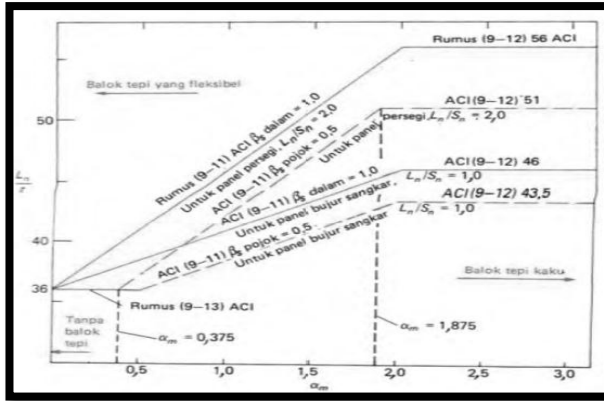
$DL$  = beban mati pelat

$LL$  = Beban hidup pelat

Dalam buku desain beton bertulang jilid 2, oleh Chu-Kia Wang dan Charles G. Salmon menyatakan bahwa bila perbandingan dari bentang  $L$  ( $I_y$ ) terhadap bentang pendek  $S$  ( $I_x$ ) kurang dari 2, maka permukaan lendutan dari daerah yang diarsir (permukaan pelat) mempunyai kelengkungan ganda. Beban lantai dipikul dalam kedua arah oleh empat balok pendukung sekeliling panel (pelat), dengan demikian panel menjad suatu pelat dua arah (two way slab). Maka tipe pelat termasuk dalam pelat dua arah. Dari buku tersebut terdapat juga pernyataan mengenai anggapan perletakan pelat, yaitu :

- $\alpha_m \leq 0,375$  → tanpa balok tepi
- $1,875 > \alpha_m \geq 0,375$  → balok tepi yang fleksibel
- $\alpha_m \geq 1,875$  → balok tepi yang kaku

































Gambar 4. 8 Diagram tebal pelat minimum

Pada perhitungan pelat akan dibahas contoh penulangan pelat lantai dari berbagai tipe. Untuk kebutuhan perhitungan penulangan pelat lantai pada tiap – tiap tipe dapat dilihat pada lampiran tabel tulangan yang telah terlampir dalam laporan proyek akhir.

Dalam perhitungan analisis pelat dua arah ini digunakan metode koefisien momen. Dimana nilai koefisien momennya didapat berdasarkan PBBI 1971 tabel 13.3.1. Karena nilai  $\alpha_m = 2,4$  untuk tipe pelat  $A \geq 1,875$ ; maka berdasarkan gambar 16.5 dalam buku Desain Beton Bertulang, oleh Chu-Kia Wang dan Charles G. Salmon bisa dikatakan bahwa pelat termasuk dalam pelat yang kaku/terjepit penuh. Dalam menganalisa gaya – gaya dalam yang terjadi pada pelat menggunakan Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (PBBI'71) psl. 13.3 tabel 13.3.(1) halaman 202.

Tipe Pelat	Momen	lx / ly																		
		1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	>2.5		
I		$M_u = +0.001 q l_x^2 X$	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125	
		$M_u = +0.001 q l_y^2 X$	44	45	45	46	46	47	47	48	49	50	51	52	53	54	55	57	57	
		$M_u = +0.001 q l_x^2 X$	21	23	25	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	42	
II		$M_u = +0.001 q l_x^2 X$	21	21	20	19	18	17	16	14	13	12	11	11	11	11	10	10	8	
		$M_u = +0.001 q l_y^2 X$	52	59	64	69	73	76	79	81	82	83	83	83	83	83	83	83	83	
		$M_u = +0.001 q l_x^2 X$	82	84	85	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	
III		$M_u = +0.001 q l_x^2 X$	28	33	38	42	45	48	51	53	55	57	58	59	59	60	61	61	63	
		$M_u = +0.001 q l_y^2 X$	68	72	74	76	77	77	78	78	78	78	79	79	79	79	79	79	79	
		$M_u = +0.001 q l_x^2 X$	22	28	34	42	49	55	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103	125	
IVA		$M_u = +0.001 q l_y^2 X$	32	35	37	39	40	41	41	41	41	40	39	38	37	36	35	35	25	
		$M_u = +0.001 q l_x^2 X$	70	79	87	94	100	105	109	112	115	117	119	120	121	122	123	123	125	
		$M_u = +0.001 q l_y^2 X$	32	34	36	38	39	40	41	41	42	42	42	42	42	42	42	42	42	
IVB		$M_u = +0.001 q l_x^2 X$	22	20	18	17	15	14	13	12	11	10	10	10	9	9	9	9	8	
		$M_u = +0.001 q l_y^2 X$	70	74	77	79	81	82	83	84	84	84	84	84	83	83	83	83	83	
		$M_u = +0.001 q l_x^2 X$	31	38	45	53	60	66	72	78	83	88	92	96	99	102	105	108	125	
VA		$M_u = +0.001 q l_y^2 X$	37	39	41	41	42	42	41	41	40	39	38	37	36	35	34	33	25	
		$M_u = +0.001 q l_x^2 X$	84	92	99	104	109	112	115	117	119	121	122	122	123	123	124	124	125	
		$M_u = +0.001 q l_y^2 X$	37	41	45	48	51	53	55	56	58	59	60	60	60	61	61	62	63	
VB		$M_u = +0.001 q l_x^2 X$	31	30	28	27	25	24	22	21	20	19	18	17	17	16	16	15	13	
		$M_u = +0.001 q l_y^2 X$	84	92	98	103	108	111	114	117	119	120	121	122	122	123	123	124	125	
		$M_u = +0.001 q l_x^2 X$	21	26	31	36	40	43	46	49	51	53	55	56	57	58	59	60	63	
VIA		$M_u = +0.001 q l_y^2 X$	28	27	25	23	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	8	
		$M_u = +0.001 q l_x^2 X$	55	65	74	82	89	94	99	103	106	110	114	116	117	118	119	120	125	
		$M_u = +0.001 q l_y^2 X$	60	65	68	72	74	76	77	78	78	78	78	78	78	78	78	79	79	
VIB		$M_u = +0.001 q l_x^2 X$	26	29	32	35	36	38	39	40	40	41	41	42	42	42	42	42	42	
		$M_u = +0.001 q l_y^2 X$	21	20	19	18	17	15	14	13	12	11	11	10	10	10	10	10	8	
		$M_u = +0.001 q l_x^2 X$	60	66	71	74	77	79	80	82	83	83	83	83	83	83	83	83	83	
		$M_u = +0.001 q l_y^2 X$	55	57	57	57	58	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	
Keterangan :		= Tetapan bebas																		
		TTTTTTTTTT = Tetapan penuh																		

Tabel 4. 3 Daftar Momen pelat PBBI'71 tabel 13.3.(1)

❖ Dikarenakan pelat yang direncanakan terjepit penuh oleh balok pada keempat sisinya, sehingga pada PBBI 1971 psl. 13.3 tabel 13.3.(1) pelat termasuk dalam tipe II, yakni sebagai berikut :

- $M_{tx} = - 0,001. q. L_x^2.X$
- $M_{lx} = + 0,001. q. L_x^2.X$
- $M_{ty} = - 0,001. q. L_x^2.X$
- $M_{ly} = + 0,001. q. L_x^2.X$

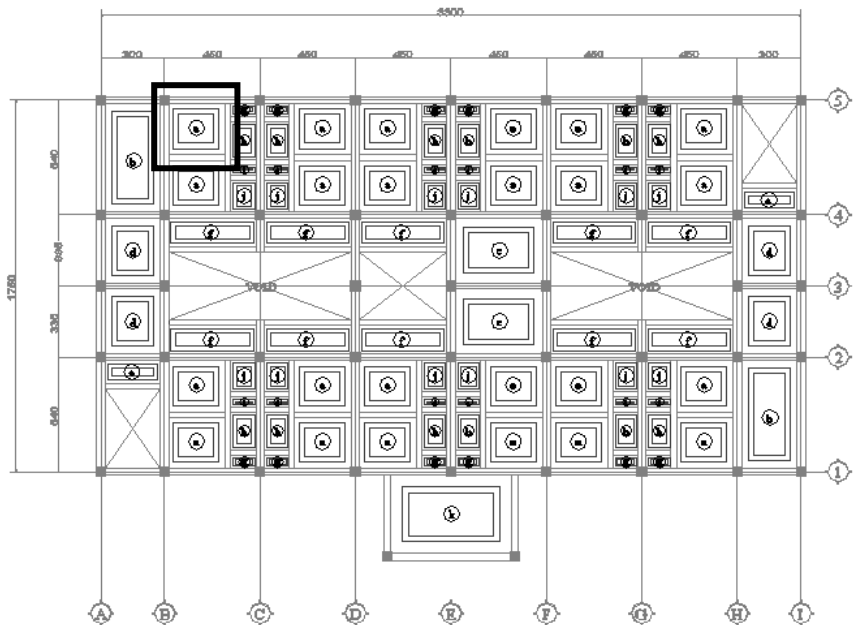
Dimana :

- $M_{tx}$  = Momen tumpuan arah X
- $M_{lx}$  = Momen lapangan arah X
- $M_{ty}$  = Momen tumpuan arah Y

- $M_{ly}$  = Momen lapangan arah Y

➤ **Penulangan Pelat Lantai Tipe A**

Tipe Pelat	: A As (4–4' joint B– B')
Mutu beton ( $f_c'$ )	: 30 MPa
Kuat leleh tulangan lentur ( $f_y$ )	: 400 MPa
$B_1$	: 0,85
b	: 1000 mm
Decking	: 20 mm
Tebal pelat (h)	: 120 mm
Bentang pelat sumbu panjang ( $L_y$ )	: 300 cm
Bentang pelat sumbu pendek ( $L_x$ )	: 270 cm



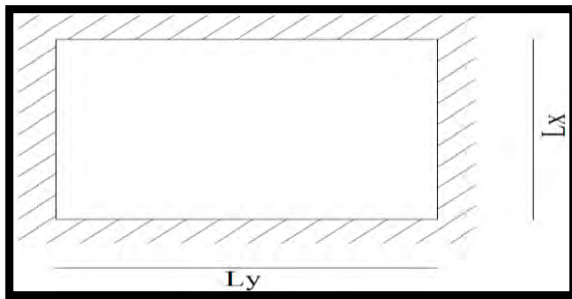
Gambar 4. 9 Denah pelat lantai

Dalam buku **Chu-Kia Wang dan Charles G.Salmon** menyatakan bahwa perletakan yang digunakan pada pelat terhadap balok dapat diasumsikan sebagai berikut :

- $\alpha_m \leq 0,375$  → tanpa balok tepi
- $1,875 > \alpha_m \geq 0,375$  → balok tepi yang fleksibel
- $\alpha_m \geq 1,875$  → balok tepi yang kaku

Dari perhitungan dimensi pelat di atas didapatkan :

$\alpha_m = 2,4 \geq 1,875$  yang berarti sebagai pelat dengan balok tepi yang kaku.



*Gambar 4. 10 Denah perletakan tumpuan pelat lantai*

Rasio sumbu panjang dan sumbu pendek bentang pelat :

$$\frac{l_y}{l_x} = \frac{300}{270} = 1,1 \leq 2 \rightarrow \text{"Two Way Slab"}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 13.6.1.2)

Direncanakan :

- $\varnothing$  tulangan lentur = 10 mm

Perhitungan momen – momen pelat menggunakan tabel 13.3.1 PBI 1971.

Nilai X : Lapangan X = 31

Lapangan Y = 19

Tumpuan X = 69

Tumpuan Y = 57

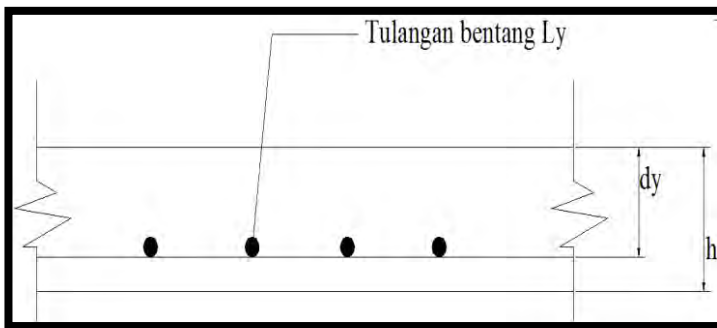
Sehingga :

$$\begin{aligned} M_{lx} &= 0,001 \cdot q \cdot L_x^2 \cdot X_x \\ &= 0,001 \cdot 924,4 \text{ Kg/m}^2 \cdot (2,7)^2 \text{m} \cdot 31 \\ &= 208,9052 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ly} &= 0,001 \cdot q \cdot L_x^2 \cdot X_x \\ &= 0,001 \cdot 924,4 \text{ Kg/m}^2 \cdot (2,7)^2 \text{m} \cdot 19 \\ &= 128,0386 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{tx} &= 0,001 \cdot q \cdot L_x^2 \cdot X_x \\ &= 0,001 \cdot 924,4 \text{ Kg/m}^2 \cdot (2,7)^2 \text{m} \cdot 69 \\ &= 464,9824 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ty} &= 0,001 \cdot q \cdot L_x^2 \cdot X_x \\ &= 0,001 \cdot 924,4 \text{ Kg/m}^2 \cdot (2,7)^2 \text{m} \cdot 57 \\ &= 384,1159 \text{ kgm} \end{aligned}$$



Gambar 4. 11 Potongan pelat lantai

Karena pelat memiliki dua arah tulangan utama yang berbeda (tulangan arah  $I_y$  dan tulangan arah  $I_x$ ) maka tebal efektif dari pelat adalah :

$$\begin{aligned} dx &= \text{tebal pelat} - \text{decking} - \frac{1}{2}\phi_{\text{tulangan}} \\ &= 120 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - \left(\frac{1}{2} \cdot 10 \text{ mm}\right) \\ &= 95 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dy &= \text{tebal pelat} - \text{decking} - \phi_{\text{tulangan}} - \frac{1}{2}\phi_{\text{tulangan}} \\ &= 120 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - \left(\frac{1}{2} \cdot 10 \text{ mm}\right) \\ &= 85 \text{ mm} \end{aligned}$$

**((DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.4b))**

Sebagaimana pertimbangan nilai ekonomis, yaitu hemat dalam pemakaian baja tulangan serta diharapkan tebal penampang yang optimal, maka diperlukan adanya batasan – batasan rasio tulangan (prebandingan tulangan tarik dengan komponen tekan beton). Karena penampang yang tipis walaupun tulangannya banyak, dapat menimbulkan defleksi yang berlebihan.

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 pasal 10.5.1)**

$$\begin{aligned} \rho_{\text{balance}} &= \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta}{f_y} \left[ \frac{600}{600 + f_y} \right] \\ &= \frac{0,85 \cdot 30 \cdot 0,85}{400} \left[ \frac{600}{600 + 400} \right] \end{aligned}$$

$$= 0,0325$$

(SNI 2847:2013 pasal 8.4.3)

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_{\text{balance}} \\ &= 0,75 \cdot 0,0325 \\ &= 0,0244\end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 49 pers. 3.6.1)**

$$\begin{aligned}m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} \\ &= \frac{400}{0,85 \cdot 30} \\ &= 15,686\end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 pasal 10.3.5)

### **Penulangan Daerah Tumpuan**

#### ➤ **Tumpuan Arah X**

$$M_{tx} = 464,9824 \text{ kgm} = 4649824 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned}M_n &= \frac{Mu}{\phi} \\ &= \frac{4649824}{0,8} \\ &= 5812281 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 14.8.3)

$$\begin{aligned}R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} \\ &= \frac{5812281}{1000 \cdot (95)^2} \\ &= 0,644\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right] \\
 &= \frac{1}{15,686} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{(2 \cdot 15,686) \cdot 0,644}{400}} \right] \\
 &= 0,00163
 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)**

$\rho_{\text{min}}$ ,  $\rho_{\text{perlu}}$ , dan  $\rho_{\text{max}}$  harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

$$\rho_{\text{min}} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{max}}$$

$$0,0035 > 0,00163 < 0,0244 \rightarrow \text{[tidak memenuhi]}$$

$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$ , maka  $\rho_{\text{perlu}}$  dinaikkan 30 % sesuai SNI 2847:2013 psl. 10.5.3, sehingga :

$$1,3 \cdot \rho_{\text{perlu}} = 1,3 \cdot 0,00163$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,00212$$

$$1,3 \cdot \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}, \text{ jadi } \rho_{\text{pakai}} = \rho_{\text{min}}$$

$$\begin{aligned}
 A_{s_{\text{perlu}}} &= \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d \\
 &= 0,0035 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 95 \text{ mm} \\
 &= 332,5 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.5.1)**

Syarat spasi antar tulangan  $\rightarrow S_{\text{maks}} \leq 2h$

$$S_{\text{maks}} = 2 \cdot h = 2 \cdot 120 \text{ mm} = 240 \text{ mm}$$

Maka dipakai tulangan Ø10



$$\begin{aligned}
 S &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{A_s} \\
 &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{332,5} \\
 &= 236,09 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$S = 236,09 \text{ mm} < S_{maks} = 240 \text{ mm (OK)}$$

$$\text{Jadi, } S_{pakai} = 200 \text{ mm}$$

Tulangan yang dipakai Ø10 – 200

$$\begin{aligned}
 A_{s_{pakai}} &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{S_{pakai}} \\
 &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{200} \\
 &= 392,5 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$A_{s_{pakai}} = 392,5 \text{ mm}^2 > A_{s_{perlu}} = 332,5 \text{ mm}^2 \rightarrow (\text{OK})$$

### ➤ Lapangan Arah X

$$M_{lx} = 208,9052 \text{ kgm} = 2089052 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned}
 Mn &= \frac{Mu}{\phi} \\
 &= \frac{2089052}{0,8} \\
 &= 2611314 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 14.8.3)

$$\begin{aligned}
 Rn &= \frac{Mn}{b \cdot d^2} \\
 &= \frac{2611314}{1000 \cdot (95)^2} \\
 &= 0,289
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right] \\
 &= \frac{1}{15,686} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{(2.15,686) \cdot 0,289}{400}} \right] \\
 &= 0,000727
 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)**

$\rho_{\min}$ ,  $\rho_{\text{perlu}}$ , dan  $\rho_{\max}$  harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

$$\rho_{\min} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\max}$$

$$0,0035 > 0,000727 < 0,0244 \rightarrow \text{[tidak memenuhi]}$$

$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min}$ , maka  $\rho_{\text{perlu}}$  dinaikkan 30 % sesuai SNI 2847:2013 psl. 10.5.3, sehingga :

$$1,3 \cdot \rho_{\text{perlu}} = 1,3 \cdot 0,000727$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,000946$$

$$1,3 \cdot \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min}, \text{ jadi } \rho_{\text{pakai}} = \rho_{\min}$$

$$A_{s_{\text{perlu}}} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0035 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 95 \text{ mm}$$

$$= 332,5 \text{ mm}^2$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.5.1)**

Syarat spasi antar tulangan  $\rightarrow S_{\max} \leq 2h$

$$S_{\max} = 2 \cdot h = 2 \cdot 120 \text{ mm} = 240 \text{ mm}$$

Maka dipakai tulangan Ø10

$$S = \frac{0,25 \times \pi \times \emptyset^2 \times b}{A_s}$$

$$= \frac{0,25 \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{332,5}$$

$$= 236,09 \text{ mm}$$

$$S = 236,09 \text{ mm} < S_{\text{maks}} = 240 \text{ mm (OK)}$$

$$\text{Jadi, } S_{\text{pakai}} = 200 \text{ mm}$$

Tulangan yang dipakai Ø10 – 200

$$A_{s_{\text{pakai}}} = \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{S_{\text{pakai}}}$$

$$= \frac{0,25 \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{200}$$

$$= 392,5 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\text{pakai}}} = 392,5 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{perlu}}} = 332,5 \text{ mm}^2 \rightarrow (\text{OK})$$

#### ❖ Tulangan Susut Arah X

Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir mutu 300 dipakai  $\rho_{\text{susut}} = 0,002$

$$A_{s_{\text{susut}}} = \rho_{\text{susut}} \times b \times \text{tebal pelat}$$

$$= 0,002 \times 1000\text{mm} \times 120\text{mm}$$

$$= 240 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{maks}} \leq 5h \text{ atau } S_{\text{maks}} \leq 450 \text{ mm}$$

$$S_{\text{maks}} = 5 \times 120\text{mm} = 600\text{mm}$$

Maka dipakai tulangan Ø8

$$S = \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{A_s}$$

$$= \frac{0,25 \times 3,14 \times 8^2 \times 1000}{240}$$

$$= 209,333 \text{ mm}$$

$$S = 209,333 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \rightarrow S_{\text{pakai}} = 200 \text{ mm}$$

Tulangan yang dipakai Ø8 – 200

$$\begin{aligned} A_{Spakai} &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{S_{pakai}} \\ &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 8^2 \times 1000}{200} \\ &= 251,2 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{Spakai} = 251,2 \text{ mm}^2 > A_{Susut} = 240 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{OKE}$$

➤ **Tumpuan Arah Y**

$$M_{ty} = 384,1159 \text{ kgm} = 3841159 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{Mu}{\phi} \\ &= \frac{3841159}{0,8} \\ &= 4801449 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 14.8.3)

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} \\ &= \frac{4801449}{1000 \cdot (85)^2} \\ &= 0,6646 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{perlu} &= \frac{1}{m} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right] \\ &= \frac{1}{15,686} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{(2 \cdot 15,686) \cdot 0,6646}{400}} \right] \\ &= 0,0017 \end{aligned}$$

(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)

$\rho_{\min}$ ,  $\rho_{\text{perlu}}$ , dan  $\rho_{\max}$  harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

$$\rho_{\min} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\max}$$

$$0,0035 > 0,0017 < 0,0244 \rightarrow [\text{tidak memenuhi}]$$

$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min}$ , maka  $\rho_{\text{perlu}}$  dinaikkan 30 % sesuai SNI 2847:2013 psl. 10.5.3, sehingga :

$$1,3 \cdot \rho_{\text{perlu}} = 1,3 \cdot 0,0017$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0022$$

$$1,3 \cdot \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min}, \text{ jadi } \rho_{\text{pakai}} = \rho_{\min}$$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0035 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 85 \text{ mm}$$

$$= 332,5 \text{ mm}^2$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.5.1)**

Syarat spasi antar tulangan  $\rightarrow S_{\text{maks}} \leq 2h$

$$S_{\text{maks}} = 2 \cdot h = 2 \cdot 120 \text{ mm} = 240 \text{ mm}$$

Maka dipakai tulangan Ø10

$$\begin{aligned} S &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{A_s} \\ &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{332,5} \\ &= 236,09 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S = 236,09 \text{ mm} < S_{\text{maks}} = 240 \text{ mm} \text{ (OK)}$$

$$\text{Jadi, } S_{\text{pakai}} = 200 \text{ mm}$$

Tulangan yang dipakai Ø10 – 200

$$\begin{aligned} A_{Spakai} &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{S_{pakai}} \\ &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{200} \\ &= 392,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{Spakai} = 392,5 \text{ mm}^2 > A_{Sperlu} = 332,5 \text{ mm}^2 \rightarrow (\text{OK})$$

➤ **Lapangan Arah Y**

$$M_{tx} = 128,0386 \text{ kgm} = 1280386 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{Mu}{\phi} \\ &= \frac{1280386}{0,8} \\ &= 1600483 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 14.8.3)

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} \\ &= \frac{1600483}{1000 \cdot (85)^2} \\ &= 0,2215 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{perlu} &= \frac{1}{m} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right] \\ &= \frac{1}{15,686} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{(2 \cdot 15,686) \cdot 0,2215}{400}} \right] \\ &= 0,00056 \end{aligned}$$

(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)

$\rho_{\min}$ ,  $\rho_{\text{perlu}}$ , dan  $\rho_{\max}$  harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

$$\rho_{\min} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\max}$$

$$0,0035 > 0,00056 < 0,0244 \rightarrow \text{[tidak memenuhi]}$$

$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min}$ , maka  $\rho_{\text{perlu}}$  dinaikkan 30 % sesuai SNI 2847:2013 psl. 10.5.3, sehingga :

$$1,3 \cdot \rho_{\text{perlu}} = 1,3 \cdot 0,00056$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,00072$$

$$1,3 \cdot \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min}, \text{ jadi } \rho_{\text{pakai}} = \rho_{\min}$$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0035 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 85 \text{ mm}$$

$$= 332,5 \text{ mm}^2$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.5.1)**

Syarat spasi antar tulangan  $\rightarrow S_{\max} \leq 2h$

$$S_{\max} = 2 \cdot h = 2 \cdot 120 \text{ mm} = 240 \text{ mm}$$

Maka dipakai tulangan Ø10

$$\begin{aligned} S &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{A_s} \\ &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{332,5} \\ &= 236,09 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S = 236,09 \text{ mm} < S_{\max} = 240 \text{ mm (OK)}$$

$$\text{Jadi, } S_{\text{pakai}} = 200 \text{ mm}$$

Tulangan yang dipakai Ø10 – 200

$$\begin{aligned} A_{s_{pakai}} &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{S_{pakai}} \\ &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{200} \\ &= 392,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s_{pakai}} = 392,5 \text{ mm}^2 > A_{s_{perlu}} = 332,5 \text{ mm}^2 \rightarrow (\text{OK})$$

Jadi, digunakan tulangan Ø10 – 200 mm

(As pasang = 392,5 mm<sup>2</sup>)

#### ❖ Tulangan Susut Arah Y

Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir mutu 300 dipakai  $\rho_{\text{susut}} = 0,002$

$$\begin{aligned} A_{s_{\text{susut}}} &= \rho_{\text{susut}} \times b \times \text{tebal pelat} \\ &= 0,002 \times 1000\text{mm} \times 120\text{mm} \\ &= 240 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$S_{\text{maks}} \leq 5h \text{ atau } S_{\text{maks}} \leq 450 \text{ mm}$$

$$S_{\text{maks}} = 5 \times 120\text{mm} = 600\text{mm}$$

Maka dipakai tulangan Ø8

$$\begin{aligned} S &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{A_s} \\ &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 8^2 \times 1000}{240} \\ &= 209,333 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S = 209,333 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \rightarrow S_{\text{pakai}} = 200 \text{ mm}$$

Tulangan yang dipakai Ø8 – 200

$$A_{s_{pakai}} = \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{S_{pakai}}$$



$$= \frac{0,25 \times 3,14 \times 8^2 \times 1000}{200}$$

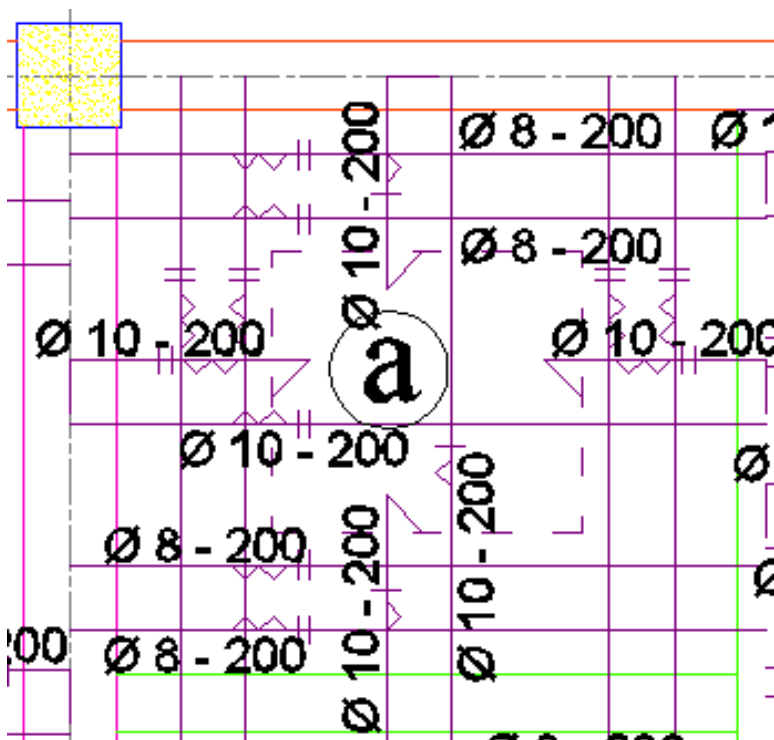
$$= 251,2 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\text{pakai}}} = 251,2 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{susut}}} = 240 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{OKE}$$

#### ❖ Kontrol Lendutan

Karena tebal yang digunakan lebih besar dari tebal minimum, maka lendutan tidak perlu dikontrol.

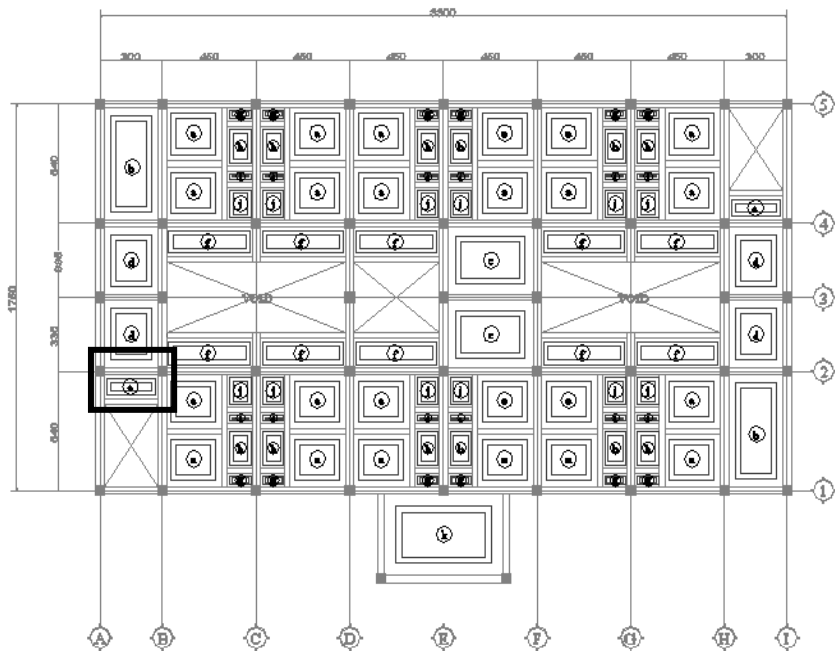
(SNI 2847:2013, Pasal 9.5.3.4)



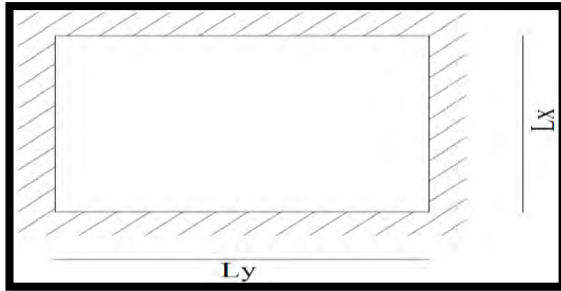
Gambar 4. 12 Detail penulangan plat tipe two way

### ➤ Tipe Pelat One Way

Tipe Pelat	: b'As (3'–4 joint A'– B)
Mutu beton ( $f_c'$ )	: 30 MPa
Mutu baja ( $f_y$ )	: 400 MPa
$B_1$	: 0,85
b	: 1000 mm
Decking	: 20 mm
Tebal pelat (h)	: 120 mm
Bentang pelat sumbu panjang	: 450 cm
Bentang pelat sumbu pendek	: 163 cm



Gambar 4. 13 Denah pelat lantai



Gambar 4. 14 Denah perletakan tumpuan pelat lantai

Rasio sumbu panjang dan sumbu pendek bentang pelat :

$$\frac{l_y}{l_x} = \frac{450}{163} = 2,76 \geq 2 \rightarrow \text{"One Way Slab"}$$

Direncanakan :

- Ø tulangan lentur = 10 mm

Momen pelat akibat beban terfaktor :

$$\begin{aligned} \text{Momen Tumpuan} &= \frac{1}{24} \times Qu \times L_x^2 \\ &= \frac{1}{24} \times 924,4 \times (1,63)^2 \\ &= 1039,95 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Momen Lapangan} &= \frac{1}{16} \times Qu \times L_x^2 \\ &= \frac{1}{16} \times 924,4 \times (1,63)^2 \\ &= 1701,736 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Momen Tumpuan} &= \frac{1}{24} \times Qu \times L_x^2 \\ &= \frac{1}{24} \times 924,4 \times (1,63)^2 \\ &= 1039,95 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Karena pelat memiliki dua arah tulangan utama yang berbeda (tulangan arah  $I_y$  dan tulangan arah  $I_x$ ) maka tebal efektif dari pelat adalah :

$$\begin{aligned} dx &= \text{tebal pelat} - \text{decking} - \frac{1}{2}\phi_{\text{tulangan}} \\ &= 120 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - \left(\frac{1}{2} \cdot 10 \text{ mm}\right) \\ &= 95 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dy &= \text{tebal pelat} - \text{decking} - \phi_{\text{tulangan}} - \frac{1}{2}\phi_{\text{tulangan}} \\ &= 120 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - \left(\frac{1}{2} \cdot 10 \text{ mm}\right) \\ &= 85 \text{ mm} \end{aligned}$$

**((DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.4b)**

Sebagaimana pertimbangan nilai ekonomis, yaitu hemat dalam pemakaian baja tulangan serta diharapkan tebal penampang yang optimal, maka diperlukan adanya batasan – batasan rasio tulangan (prebandingan tulangan tarik dengan komponen tekan beton). Karena penampang yang tipis walaupun tulangannya banyak, dapat menimbulkan defleksi yang berlebihan.

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 pasal 10.5.1)**

$$\begin{aligned} \rho_{\text{balance}} &= \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta}{f_y} \left[ \frac{600}{600 + f_y} \right] \\ &= \frac{0,85 \cdot 30 \cdot 0,85}{400} \left[ \frac{600}{600 + 400} \right] \\ &= 0,0325 \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 pasal 8.4.3)

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_{\text{balance}} \\ &= 0,75 \cdot 0,0325 \\ &= 0,0331\end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 49 pers. 3.6.1)**

$$\begin{aligned}m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} \\ &= \frac{400}{0,85 \cdot 30} \\ &= 15,686\end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 pasal 10.3.5)

**Penulangan Lapangan**

$$M_u = 1701,7364 \text{ kgm} = 17017364 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned}M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\ &= \frac{17017364}{0,8} \\ &= 21271704,5 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 14.8.3)

$$\begin{aligned}R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} \\ &= \frac{21271704,5}{1000 \cdot (95)^2} \\ &= 2,357\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right] \\ &= \frac{1}{15,686} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{(2 \cdot 15,686) \cdot 2,357}{400}} \right]\end{aligned}$$

$$= 0,0062$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)**

$\rho_{\min}$ ,  $\rho_{\text{perlu}}$ , dan  $\rho_{\max}$  harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

$$\rho_{\min} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\max}$$

$$0,0035 < 0,0062 < 0,0331 \rightarrow [\text{tidak memenuhi}]$$

$$\begin{aligned} A_{s_{\text{perlu}}} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0062 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 95 \text{ mm} \\ &= 588 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.5.1)**

Syarat spasi antar tulangan  $\rightarrow S_{\max} \leq 2h$

$$S_{\max} = 2 \cdot h = 2 \cdot 120 \text{ mm} = 240 \text{ mm}$$

Maka dipakai tulangan Ø10

$$\begin{aligned} S &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{A_s} \\ &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{588} \\ &= 133,503 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S = 133,503 \text{ mm} < S_{\max} = 240 \text{ mm} \text{ (OK)}$$

$$\text{Jadi, } S_{\text{pakai}} = 125 \text{ mm}$$

Tulangan yang dipakai Ø10 – 200

$$\begin{aligned} A_{s_{\text{pakai}}} &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{S_{\text{pakai}}} \\ &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{125} \end{aligned}$$

$$= 628 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\text{pakai}}} = 628 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{perlu}}} = 588 \text{ mm}^2 \rightarrow (\text{OK})$$

### **Penulangan Tumpuan**

$$M_u = 1039,95 \text{ kgm} = 10399500 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

$$= \frac{10399500}{0,8}$$

$$= 12999375 \text{ Nmm}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 14.8.3)**

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$= \frac{12999375}{1000 \cdot (95)^2}$$

$$= 1,4404$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right]$$

$$= \frac{1}{15,686} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{(2 \cdot 15,686) \cdot 1,4404}{400}} \right]$$

$$= 0,0037$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)**

$\rho_{\text{min}}$ ,  $\rho_{\text{perlu}}$ , dan  $\rho_{\text{max}}$  harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

$$\rho_{\text{min}} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{max}}$$

$$0,0035 > 0,0037 < 0,0331 \rightarrow [\text{tidak memenuhi}]$$

$$A_{s_{\text{perlu}}} = \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0037 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 95 \text{ mm}$$

$$= 458 \text{ mm}^2$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.5.1)**

Syarat spasi antar tulangan  $\rightarrow S_{maks} \leq 2h$

$$S_{maks} = 2 \cdot h = 2 \cdot 120 \text{ mm} = 240 \text{ mm}$$

Maka dipakai tulangan Ø10

$$\begin{aligned} S &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{A_s} \\ &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{458} \\ &= 171,397 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S = 171,397 \text{ mm} < S_{maks} = 240 \text{ mm} \text{ (OK)}$$

$$\text{Jadi, } S_{pakai} = 150 \text{ mm}$$

Tulangan yang dipakai Ø10 – 200

$$\begin{aligned} A_{spakai} &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{S_{pakai}} \\ &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{150} \\ &= 523 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{spakai} = 523 \text{ mm}^2 > A_{sperlu} = 458 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{(OK)}$$

**Penulangan Susut**

Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir mutu 300 dipakai  $\rho_{susut} = 0,002$

$$\begin{aligned} A_{susut} &= \rho_{susut} \times b \times \text{tebal pelat} \\ &= 0,002 \times 1000 \text{ mm} \times 120 \text{ mm} \\ &= 240 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$S_{maks} \leq 5h \text{ atau } S_{maks} \leq 450 \text{ mm}$$

$$S_{maks} = 5 \times 120 \text{ mm} = 600 \text{ mm}$$



Maka dipakai tulangan Ø8

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{A_s} \\
 &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 8^2 \times 1000}{240} \\
 &= 209,333 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$S = 209,333 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \rightarrow S_{\text{pakai}} = 200 \text{ mm}$$

Tulangan yang dipakai Ø8 – 200

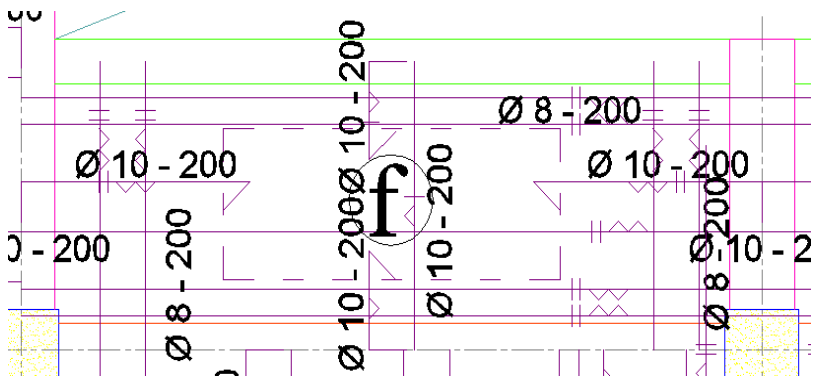
$$\begin{aligned}
 A_{s_{\text{pakai}}} &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{S_{\text{pakai}}} \\
 &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 8^2 \times 1000}{200} \\
 &= 251,2 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$A_{s_{\text{pakai}}} = 251,2 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{susut}}} = 240 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{OKE}$$

### **Kontrol Lendutan**

Karena tebal yang digunakan lebih besar dari tebal minimum, maka lendutan tidak perlu dikontrol.

(SNI 2847:2013, Pasal 9.5.3.4)



Gambar 4. 15 Detail penulangan pelat one way

## 4.2.2 Perhitungan Tangga

### 4.2.2.1 Perencanaan Dimensi Tangga

Tangga merupakan bagian dari elemen konstruksi yang berfungsi sebagai penghubung antara lantai satu dengan lantai yang lain. Tangga merupakan elemen penting yang harus ada bangunan bertingkat, baik sebagai tangga utama maupun sebagai tangga darurat.

Berikut akan dibahas perencanaan dimensi dan penulangan tangga pada tangga dari lantai lower ground ke lantai ground. Adapun data-data, gambar denah pembalokan, hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000.

#### Tangga Samping

Data-data perencanaan :

Letak tangga	= Bagian samping bangunan
Panjang datar tangga	= 2,4 m = 240 cm
Tinggi tangga	= 1,6 m = 160 cm
Tebal rencana pelat tangga	= 12 cm
Tebal rencana pelat bordes	= 12 cm

#### ➤ Perhitungan Perencanaan Awal

Menentukan ukuran anak tangga

$$\text{Kemiringan tangga} = \tan \alpha = T/I = 160/240 = 0,667$$

$$\text{Jadi, } T = 0,667I$$

Diambil satu langkah orang = 61 cm

$$2T + I = 61 \text{ cm}$$

$$2(0,667I) + I = 61 \text{ cm}$$

$$2,334I = 61 \text{ cm}$$

Diperoleh :

$$I = \frac{61}{2,334} = 26,14 \text{ cm, dipakai lebar bidang injakan}$$

$$= 26 \text{ cm} = 260 \text{ mm}$$

$$T = 0,667 \times 26,14 = 17,43 \text{ cm, dipakai tinggi tanjakan}$$

$$= 18 \text{ cm} = 180 \text{ mm}$$

Sudut kemiringan tangga

$$\begin{aligned}\alpha &= \arctan \frac{t}{i} \\ &= \arctan \frac{18}{26} \\ &= 34,695^\circ \approx 35^\circ\end{aligned}$$

Syarat sudut kemiringan tangga

$$25^\circ \leq \alpha \leq 40^\circ$$

$$25^\circ \leq 35^\circ \leq 40^\circ \rightarrow \text{Memenuhi}$$

Syarat lebar injakan dan tinggi tanjakan

$$60 \text{ cm} \leq 2t + i \leq 65 \text{ cm}$$

$$60 \text{ cm} \leq (2 \cdot 18 \text{ cm}) + 26 \text{ cm} \leq 65 \text{ cm}$$

$$60 \text{ cm} \leq 62 \text{ cm} \leq 65 \text{ cm} \rightarrow \text{Memenuhi}$$

Jumlah tanjakan

$$\begin{aligned}nt &= \frac{\text{tinggi tangga}}{t} \\ &= \frac{160 \text{ cm}}{18 \text{ cm}} \\ &= 8,889 \approx 9 \text{ buah}\end{aligned}$$

Jumlah injakan

$$\begin{aligned}ni &= nt - 1 \\ &= 9 - 1 \\ &= 8 \text{ buah}\end{aligned}$$

Tebal efektif pelat anak tangga

$$\begin{aligned}\text{Luas } \Delta_1 &= \frac{1}{2} \cdot i \cdot t \\ &= \frac{1}{2} \cdot 26 \text{ cm} \cdot 18 \text{ cm} \\ &= 234 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas } \Delta_2 &= \frac{1}{2} \cdot (\sqrt{i^2 + t^2}) \cdot d \\ &= \frac{1}{2} \cdot (\sqrt{26^2 + 18^2}) \cdot d \\ &= 15,81 \text{ cm} \cdot d\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas } \Delta_1 &= \text{Luas } \Delta_2 \\ 234 \text{ cm}^2 &= 15,81 \text{ cm} \cdot d \\ d &= 14,8 \text{ cm} \\ \frac{1}{2} d &= 7,4 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tebal efektif pelat tangga} &= 12 \text{ cm} + 7,4 \text{ cm} \\ &= 19,4 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm}\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas, dihasilkan tebal pelat tangga 20 cm dan tebal bordes tangga 12 cm.

### Tangga Utama

Data-data perencanaan :

Letak tangga = Bagian tengah bangunan

Panjang datar tangga = 2,9 m = 290 cm

Tinggi tangga = 1,6 m = 160 cm

Tebal rencana pelat tangga = 12 cm

Tebal rencana pelat bordes = 12 cm

➤ Perhitungan Perencanaan Awal

Menentukan ukuran anak tangga

Kemiringan tangga =  $\tan \alpha = T/I = 160/290 = 0,5517$

Jadi,  $T = 0,5517I$

Diambil satu langkah orang = 61 cm

$$2T + I = 61 \text{ cm}$$

$$2(0,5517I) + I = 61 \text{ cm}$$

$$2,1034I = 61 \text{ cm}$$

Diperoleh :

$$I = \frac{61}{2,1034} = 29 \text{ cm, dipakai lebar bidang injakan}$$

$$= 29 \text{ cm} = 290 \text{ mm}$$

$$T = 0,5517 \times 29 = 16 \text{ cm, dipakai tinggi tanjakan}$$

$$= 16 \text{ cm} = 160 \text{ mm}$$

Sudut kemiringan tangga

$$\alpha = \arctan \frac{t}{i}$$

$$= \arctan \frac{16}{29}$$

$$= 28,887^\circ \approx 30^\circ$$

Syarat sudut kemiringan tangga

$$25^\circ \leq \alpha \leq 40^\circ$$

$$25^\circ \leq 30^\circ \leq 40^\circ \rightarrow \text{Memenuhi}$$

Syarat lebar injakan dan tinggi tanjakan

$$60 \text{ cm} \leq 2t + i \leq 65 \text{ cm}$$

$$60 \text{ cm} \leq (2 \cdot 16 \text{ cm}) + 29 \text{ cm} \leq 65 \text{ cm}$$

$$60 \text{ cm} \leq 61 \text{ cm} \leq 65 \text{ cm} \rightarrow \text{Memenuhi}$$

Jumlah tanjakan

$$nt = \frac{\text{tinggi tangga}}{t}$$

$$= \frac{160 \text{ cm}}{16 \text{ cm}}$$

$$= 10 \approx 10 \text{ buah}$$

Jumlah injakan

$$\begin{aligned} n_i &= n_t - 1 \\ &= 10 - 1 \\ &= 9 \text{ buah} \end{aligned}$$

Tebal efektif pelat anak tangga

$$\begin{aligned} \text{Luas } \Delta_1 &= \frac{1}{2} \cdot i \cdot t \\ &= \frac{1}{2} \cdot 29 \text{ cm} \cdot 16 \text{ cm} \\ &= 232 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas } \Delta_2 &= \frac{1}{2} \cdot (\sqrt{i^2 + t^2}) \cdot d \\ &= \frac{1}{2} \cdot (\sqrt{29^2 + 16^2}) \cdot d \\ &= 16,56 \text{ cm} \cdot d \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas } \Delta_1 &= \text{Luas } \Delta_2 \\ 232 \text{ cm}^2 &= 16,56 \text{ cm} \cdot d \\ d &= 14 \text{ cm} \\ \frac{1}{2} d &= 7 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tebal efektif pelat tangga} &= 12 \text{ cm} + 7 \text{ cm} \\ &= 19 \text{ cm} \approx 19 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas, dihasilkan tebal pelat tangga 19 cm dan tebal bordes tangga 12 cm.

#### 4.2.2.2 Pembebanan Tangga dan Bordes

Pembebanan beban yang ada pada komponen struktur tangga disesuaikan dengan *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983 (PPIUG 1983)*. Dan karena komponen struktur tangga merupakan salah satu komponen struktur sekunder maka direncanakan hanya menerima beban mati (DL)

dan beban hidup (LL). Dalam hal ini, perhitungan beban-beban tangga dibagi atas pembebanan pada anak tangga dan pembebanan pada bordes.

a. Perhitungan beban pelat tangga

- Beban mati

Berat anak tangga → Dihitung oleh SAP 2000

Berat sendiri pelat → Dihitung oleh SAP 2000

Berat spesi  $t = 2 \text{ cm} = 42 \text{ kg/m}^2$

Berat keramik  $t = 1 \text{ cm} = 24 \text{ kg/m}^2$

Railing (Asumsi)  $= 10 \text{ kg/m}^2 +$   
 $qDL = 76 \text{ kg/m}^2$

- Beban hidup

Beban untuk tangga  $qLL = 300 \text{ kg/m}^2$

b. Perhitungan beban bordes tangga

- Beban mati

Berat sendiri pelat → Dihitung oleh SAP 2000

Berat spesi  $t = 2 \text{ cm} = 42 \text{ kg/m}^2$

Berat keramik  $t = 1 \text{ cm} = 24 \text{ kg/m}^2 +$   
 $qDL = 66 \text{ kg/m}^2$

- Beban hidup

Beban untuk bordes  $qLL = 300 \text{ kg/m}^2$

### 4.2.2.3 Perhitungan Penulangan Pelat Tangga

#### Tangga Samping

Data Perencanaan :

Mutu beton ( $f_c'$ )	: 30 MPa
Mutu baja ( $f_y$ )	: 400 MPa
Tebal pelat ( $h$ )	: 120 mm
Decking ( $t$ )	: 20 mm
$\beta_1$	: 0,85
Ø tul. Lentur	: 12 mm
Ø tul. Susut	: 8 mm
$b$	: 1000 mm
$\rho$ susut	: 0,002

Nilai momen yang diambil dari output SAP :

1. Momen 1.1 tangga = 18252000 Nmm
2. Momen 2.2 tangga = 18560100 Nmm
3. Momen 1.1 bordes = 18252000 Nmm
4. Momen 2.2 bordes = 18560100 Nmm

Karena pelat memiliki dua arah tulangan utama yang berbeda (tulangan arah  $I_y$  dan tulangan arah  $I_x$ ) maka tebal efektif dari pelat adalah :

$$\begin{aligned} dx &= \text{tebal pelat} - \text{decking} - \frac{1}{2} \phi_{\text{tulangan}} \\ &= 120 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - \left( \frac{1}{2} \cdot 12 \text{ mm} \right) \\ &= 94 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dy &= \text{tebal pelat} - \text{decking} - \phi_{\text{tulangan}} - \frac{1}{2} \phi_{\text{tulangan}} \\ &= 120 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 12 \text{ mm} - \left( \frac{1}{2} \cdot 12 \text{ mm} \right) \\ &= 82 \text{ mm} \end{aligned}$$



**((DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.4b)**

Sebagaimana pertimbangan nilai ekonomis, yaitu hemat dalam pemakaian baja tulangan serta diharapkan tebal penampang yang optimal, maka diperlukan adanya batasan – batasan rasio tulangan (prebandingan tulangan tarik dengan komponen tekan beton). Karena penampang yang tipis walaupun tulangannya banyak, dapat menimbulkan defleksi yang berlebihan.

$$\begin{aligned}\rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400} \\ &= 0,0035\end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 pasal 10.5.1)**

$$\begin{aligned}\rho_{\text{balance}} &= \frac{0,85.f_c'.\beta}{f_y} \left[ \frac{600}{600+f_y} \right] \\ &= \frac{0,85.30.0,85}{400} \left[ \frac{600}{600+400} \right] \\ &= 0,0325\end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 pasal 8.4.3)**

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75. \rho_{\text{balance}} \\ &= 0,75. 0,0325 \\ &= 0,0244\end{aligned}$$

**((DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 49 pers. 3.6.1)**

$$\begin{aligned}m &= \frac{f_y}{0,85.f_c'} \\ &= \frac{400}{0,85.30}\end{aligned}$$

$$= 15,686$$

(SNI 2847:2013 pasal 10.3.5)

### **Penulangan Arah X**

$$M_{11} = 18252000 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{Mu}{\phi} \\ &= \frac{18252000}{0,8} \\ &= 22815000 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 14.8.3)

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{Mn}{b \cdot d^2} \\ &= \frac{22815000}{1000 \cdot (94)^2} \\ &= 2,582 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right] \\ &= \frac{1}{15,686} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{(2 \cdot 15,686) \cdot 2,582}{400}} \right] \\ &= 0,0068 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)**

$\rho_{\min}$ ,  $\rho_{\text{perlu}}$ , dan  $\rho_{\max}$  harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

$$\rho_{\min} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\max}$$

$$0,0035 < 0,0068 < 0,0244 \rightarrow [\text{memenuhi}]$$

$$\begin{aligned}
 A_{S_{\text{perlu}}} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d \\
 &= 0,0068 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 94 \text{ mm} \\
 &= 641,073 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.5.1)**

Syarat spasi antar tulangan  $\rightarrow S_{\text{maks}} \leq 2h$

$$S_{\text{maks}} = 2 \cdot h = 2 \cdot 120 \text{ mm} = 240 \text{ mm}$$

Maka dipakai tulangan Ø10

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{A_s} \\
 &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{641,073} \\
 &= 176,329 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$S = 176,329 \text{ mm} < S_{\text{maks}} = 240 \text{ mm} \text{ (OK)}$$

$$\text{Jadi, } S_{\text{pakai}} = 150 \text{ mm}$$

Tulangan yang dipakai Ø12 – 150

$$\begin{aligned}
 A_{S_{\text{pakai}}} &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{S_{\text{pakai}}} \\
 &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 12^2 \times 1000}{150} \\
 &= 753,6 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$A_{S_{\text{pakai}}} = 753,6 \text{ mm}^2 > A_{S_{\text{perlu}}} = 641,073 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{(OK)}$$

### ❖ Tulangan Susut Arah X

Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir mutu 300 dipakai  $\rho_{\text{susut}} = 0,002$

$$\begin{aligned}
 A_{S_{\text{susut}}} &= \rho_{\text{susut}} \times b \times \text{tebal pelat} \\
 &= 0,002 \times 1000 \text{ mm} \times 120 \text{ mm} \\
 &= 240 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$S_{maks} \leq 5h \text{ atau } S_{maks} \leq 450 \text{ mm}$$

$$S_{maks} = 5 \times 120 \text{ mm} = 600 \text{ mm}$$

Maka dipakai tulangan Ø8

$$\begin{aligned} S &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{A_s} \\ &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 8^2 \times 1000}{240} \\ &= 209,333 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S = 209,333 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \rightarrow S_{pakai} = 200 \text{ mm}$$

Tulangan yang dipakai Ø8 – 200

$$\begin{aligned} A_{s_{pakai}} &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{S_{pakai}} \\ &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 8^2 \times 1000}{200} \\ &= 251,2 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s_{pakai}} = 251,2 \text{ mm}^2 > A_{s_{susut}} = 240 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{OKE}$$

### **Penulangan Arah Y**

$$M_{22} = 18252000 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\ &= \frac{18252000}{0,8} \\ &= 23200125 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 14.8.3)**

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} \\ &= \frac{23200125}{1000 \cdot (94)^2} \\ &= 2,626 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right] \\ &= \frac{1}{15,686} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{(2.15,686) \cdot 2,626}{400}} \right] \\ &= 0,0069\end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)**

$\rho_{\min}$ ,  $\rho_{\text{perlu}}$ , dan  $\rho_{\max}$  harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

$$\rho_{\min} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\max}$$

$$0,0035 > 0,0069 < 0,0244 \rightarrow \text{[tidak memenuhi]}$$

$$\begin{aligned}A_{s_{\text{perlu}}} &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0069 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 94 \text{ mm} \\ &= 652,555 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.5.1)**

Syarat spasi antar tulangan  $\rightarrow S_{\max} \leq 2h$

$$S_{\max} = 2 \cdot h = 2 \cdot 120 \text{ mm} = 240 \text{ mm}$$

Maka dipakai tulangan Ø10

$$\begin{aligned}S &= \frac{0,25 \times \pi \times \emptyset^2 \times b}{A_s} \\ &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 12^2 \times 1000}{652,555} \\ &= 173,227 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$S = 173,227 \text{ mm} < S_{\max} = 240 \text{ mm (OK)}$$

$$\text{Jadi, } S_{\text{pakai}} = 150 \text{ mm}$$

Tulangan yang dipakai Ø12 – 150

$$\begin{aligned} A_{spakai} &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{S_{pakai}} \\ &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 12^2 \times 1000}{150} \\ &= 753,6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{spakai} = 753,6 \text{ mm}^2 > A_{sperlu} = 652,555 \text{ mm}^2 \rightarrow (\text{OK})$$

#### ❖ Tulangan Susut Arah X

Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir mutu 300 dipakai  $\rho_{susut} = 0,002$

$$\begin{aligned} A_{susut} &= \rho_{susut} \times b \times \text{tebal pelat} \\ &= 0,002 \times 1000\text{mm} \times 120\text{mm} \\ &= 240 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$S_{maks} \leq 5h \text{ atau } S_{maks} \leq 450 \text{ mm}$$

$$S_{maks} = 5 \times 120\text{mm} = 600\text{mm}$$

Maka dipakai tulangan Ø8

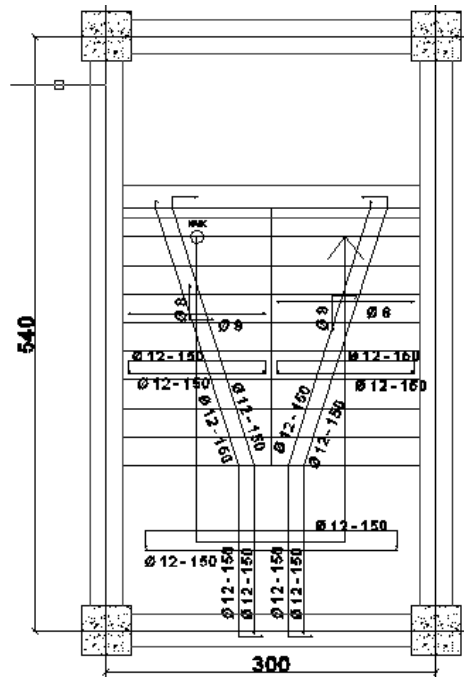
$$\begin{aligned} S &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{A_s} \\ &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 8^2 \times 1000}{240} \\ &= 209,333 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S = 209,333 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \rightarrow S_{pakai} = 200 \text{ mm}$$

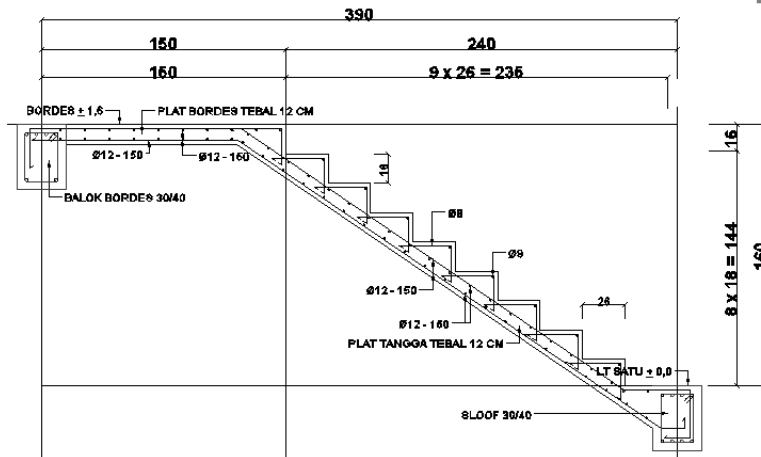
Tulangan yang dipakai Ø8 – 200

$$\begin{aligned} A_{spakai} &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{S_{pakai}} \\ &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 8^2 \times 1000}{200} \\ &= 251,2 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{spakai} = 251,2 \text{ mm}^2 > A_{susut} = 240 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{OKE}$$



Gambar 4. 16 Denah penulangan tangga



Gambar 4. 17 Potongan tangga

### **Tangga Utama**

Data Perencanaan :

Mutu beton ( $f_c'$ )	: 30 MPa
Mutu baja ( $f_y$ )	: 400 MPa
Tebal pelat (h)	: 120 mm
Decking (t)	: 30 mm
$\beta_1$	: 0,85
Ø tul. Lentur	: 12 mm
Ø tul. Susut	: 8 mm
b	: 1000 mm
$\rho$ susut	: 0,002

Nilai momen yang diambil dari output SAP :

1. Momen 1.1 tangga = 18252000 Nmm
2. Momen 2.2 tangga = 18560100 Nmm
3. Momen 1.1 bordes = 18252000 Nmm
4. Momen 2.2 bordes = 18560100 Nmm

Karena pelat memiliki dua arah tulangan utama yang berbeda (tulangan arah  $I_y$  dan tulangan arah  $I_x$ ) maka tebal efektif dari pelat adalah :

$$\begin{aligned} dx &= \text{tebal pelat} - \text{decking} - \frac{1}{2} \phi_{\text{tulangan}} \\ &= 120 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - \left( \frac{1}{2} \cdot 12 \text{ mm} \right) \\ &= 94 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dy &= \text{tebal pelat} - \text{decking} - \phi_{\text{tulangan}} - \frac{1}{2} \phi_{\text{tulangan}} \\ &= 120 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 12 \text{ mm} - \left( \frac{1}{2} \cdot 12 \text{ mm} \right) \\ &= 82 \text{ mm} \end{aligned}$$

**((DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.4b))**



Sebagaimana pertimbangan nilai ekonomis, yaitu hemat dalam pemakaian baja tulangan serta diharapkan tebal penampang yang optimal, maka diperlukan adanya batasan – batasan rasio tulangan (prebandingan tulangan tarik dengan komponen tekan beton). Karena penampang yang tipis walaupun tulangannya banyak, dapat menimbulkan defleksi yang berlebihan.

$$\begin{aligned}\rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400} \\ &= 0,0035\end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 pasal 10.5.1)**

$$\begin{aligned}\rho_{\text{balance}} &= \frac{0,85.f_c'.\beta}{f_y} \left[ \frac{600}{600+f_y} \right] \\ &= \frac{0,85.30.0,85}{400} \left[ \frac{600}{600+400} \right] \\ &= 0,0325\end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 pasal 8.4.3)**

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75. \rho_{\text{balance}} \\ &= 0,75. 0,0325 \\ &= 0,0244\end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 49 pers. 3.6.1)**

$$\begin{aligned}m &= \frac{f_y}{0,85.f_c'} \\ &= \frac{400}{0,85.30} \\ &= 15,686\end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 pasal 10.3.5)**

**Penulangan Arah X**

$$M_{11} = 18252000 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{Mu}{\phi} \\ &= \frac{18252000}{0,8} \\ &= 22815000 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 14.8.3)**

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} \\ &= \frac{22815000}{1000 \cdot (94)^2} \\ &= 2,582 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right] \\ &= \frac{1}{15,686} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{(2 \cdot 15,686) \cdot 2,582}{400}} \right] \\ &= 0,0068 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)**

$\rho_{\min}$ ,  $\rho_{\text{perlu}}$ , dan  $\rho_{\max}$  harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

$$\rho_{\min} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\max}$$

$$0,0035 > 0,0068 < 0,0244 \rightarrow \text{[tidak memenuhi]}$$

$$\begin{aligned} A_{s_{\text{perlu}}} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0068 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 94 \text{ mm} \\ &= 641,073 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.5.1)**

Syarat spasi antar tulangan  $\rightarrow S_{maks} \leq 2h$

$$S_{maks} = 2 \cdot h = 2 \cdot 120 \text{ mm} = 240 \text{ mm}$$

Maka dipakai tulangan Ø10

$$\begin{aligned} S &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{A_s} \\ &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 12^2 \times 1000}{641,073} \\ &= 176,329 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S = 176,329 \text{ mm} < S_{maks} = 240 \text{ mm (OK)}$$

Jadi,  $S_{pakai} = 150 \text{ mm}$

Tulangan yang dipakai Ø12 – 150

$$\begin{aligned} A_{S_{pakai}} &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{S_{pakai}} \\ &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 12^2 \times 1000}{150} \\ &= 753,6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{S_{pakai}} = 753,6 \text{ mm}^2 > A_{S_{perlu}} = 641,073 \text{ mm}^2 \rightarrow (\text{OK})$$

#### ❖ Tulangan Susut Arah X

Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir mutu 300 dipakai  $\rho_{susut} = 0,002$

$$\begin{aligned} A_{s_{susut}} &= \rho_{susut} \times b \times \text{tebal pelat} \\ &= 0,002 \times 1000\text{mm} \times 120\text{mm} \\ &= 240 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$S_{maks} \leq 5h \text{ atau } S_{maks} \leq 450 \text{ mm}$$

$$S_{maks} = 5 \times 120\text{mm} = 600\text{mm}$$

Maka dipakai tulangan Ø8

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{A_s} \\
 &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 8^2 \times 1000}{240} \\
 &= 209,333 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$S = 209,333 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \rightarrow S_{\text{pakai}} = 200 \text{ mm}$$

Tulangan yang dipakai Ø8 – 200

$$\begin{aligned}
 A_{s_{\text{pakai}}} &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{S_{\text{pakai}}} \\
 &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 8^2 \times 1000}{200} \\
 &= 251,2 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$A_{s_{\text{pakai}}} = 251,2 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{susut}}} = 240 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{OKE}$$

### **Penulangan Arah Y**

$$M_{22} = 18560100 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned}
 M_n &= \frac{Mu}{\phi} \\
 &= \frac{18560100}{0,8} \\
 &= 23200125 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 14.8.3)**

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} \\
 &= \frac{23200125}{1000 \cdot (94)^2} \\
 &= 2,626
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right] \\
 &= \frac{1}{15,686} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{(2 \cdot 15,686) \cdot 2,626}{400}} \right]
 \end{aligned}$$

$$= 0,0069$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)**

$\rho_{\min}$ ,  $\rho_{\text{perlu}}$ , dan  $\rho_{\max}$  harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

$$\rho_{\min} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\max}$$

$$0,0035 > 0,0069 < 0,0244 \rightarrow \text{[tidak memenuhi]}$$

$$\begin{aligned} A_{S_{\text{perlu}}} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0069 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 94 \text{ mm} \\ &= 652,555 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.5.1)**

Syarat spasi antar tulangan  $\rightarrow S_{\text{maks}} \leq 2h$

$$S_{\text{maks}} = 2 \cdot h = 2 \cdot 120 \text{ mm} = 240 \text{ mm}$$

Maka dipakai tulangan Ø10

$$\begin{aligned} S &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{A_s} \\ &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 12^2 \times 1000}{652,555} \\ &= 173,227 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S = 173,227 \text{ mm} < S_{\text{maks}} = 240 \text{ mm (OK)}$$

$$\text{Jadi, } S_{\text{pakai}} = 150 \text{ mm}$$

Tulangan yang dipakai Ø12 – 150

$$A_{S_{\text{pakai}}} = \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{S_{\text{pakai}}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 12^2 \times 1000}{150} \\
 &= 753,6 \text{ mm}^2 \\
 A_{\text{pakai}} &= 753,6 \text{ mm}^2 > A_{\text{perlu}} = 652,555 \text{ mm}^2 \rightarrow (\text{OK})
 \end{aligned}$$

### ❖ Tulangan Susut Arah X

Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir mutu 300 dipakai  $\rho_{\text{susut}} = 0,002$

$$\begin{aligned}
 A_{\text{susut}} &= \rho_{\text{susut}} \times b \times \text{tebal pelat} \\
 &= 0,002 \times 1000\text{mm} \times 120\text{mm} \\
 &= 240 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$S_{\text{maks}} \leq 5h \text{ atau } S_{\text{maks}} \leq 450 \text{ mm}$$

$$S_{\text{maks}} = 5 \times 120\text{mm} = 600\text{mm}$$

Maka dipakai tulangan Ø8

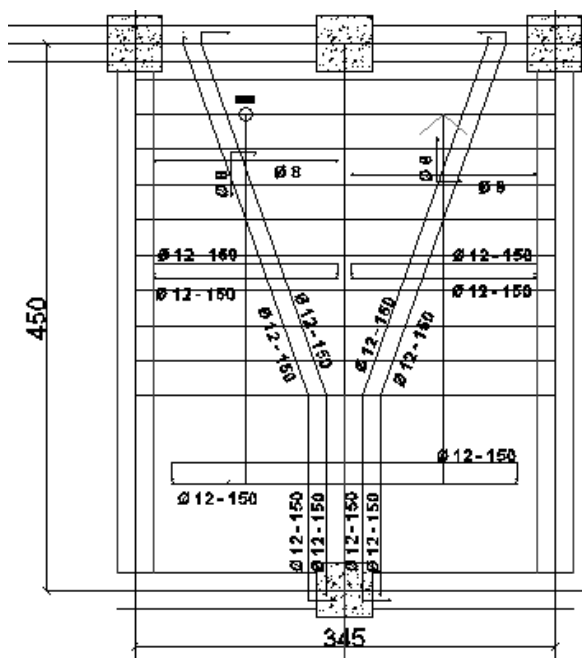
$$\begin{aligned}
 S &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{A_s} \\
 &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 8^2 \times 1000}{240} \\
 &= 209,333 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$S = 209,333 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \rightarrow S_{\text{pakai}} = 200 \text{ mm}$$

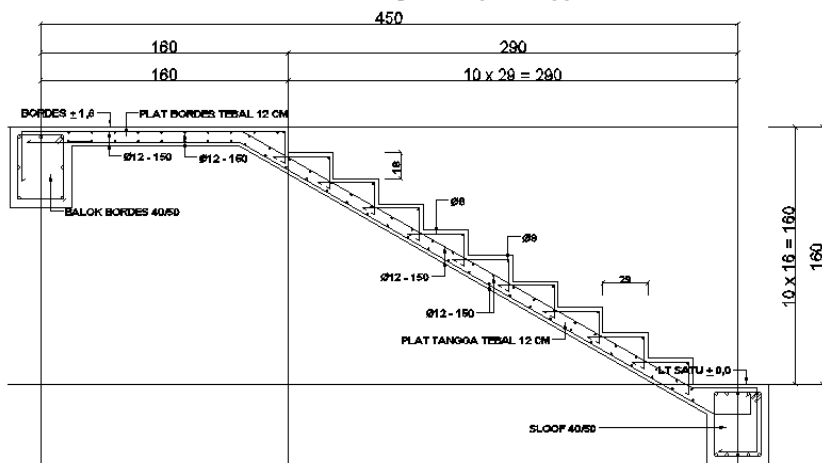
Tulangan yang dipakai Ø8 – 200

$$\begin{aligned}
 A_{\text{pakai}} &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{S_{\text{pakai}}} \\
 &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 8^2 \times 1000}{200} \\
 &= 251,2 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$A_{\text{pakai}} = 251,2 \text{ mm}^2 > A_{\text{susut}} = 240 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{OKE}$$



Gambar 4. 18 Denah penulangan tangga



Gambar 4. 19 Potongan tangga

### 4.3 Perencanaan Struktur Primer

#### 4.3.1 Perhitungan Beban Gempa

Berdasarkan SNI 1726:2012 suatu bangunan gedung dibedakan menjadi dua kategori antara lain : bangunan gedung beraturan dan tidak beraturan. Pada penentuan kategori suatu bangunan gedung dapat dikategorikan sebagai bangunan gedung beraturan atau tidak beraturan haruslah memenuhi beberapa persyaratan yang tercantum pada tabel 10 untuk jenis ketidak beraturan horizontal dan tabel 11 untuk jenis ketidak beraturan vertikal.

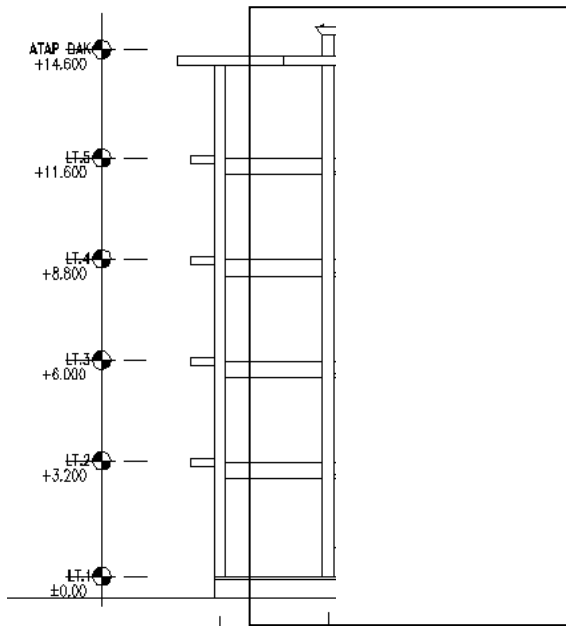
Bangunan gedung Rusunawa Jambangan termasuk dalam kategori bangunan gedung tidak beraturan, hal ini dikarenakan memenuhi persyaratan pada tabel 11 untuk jenis ketidak beraturan vertikal tipe 1a yang berbunyi :

- Ketidak beraturan kekakuan tingkat lunak didefinisikan ada jika terdapat suatu tingkat dimana kekakuan lateralnya kurang dari 70 persen kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 80 persen kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya, pada bangunan gedung Rusunawa Romokalisari memiliki tinggi lantai yang berbeda.



Gambar 4. 20 Daerah yang ditinjau gempa





Gambar 4. 21 Daerah gempa

Dilihat dari gambar tampak diatas, dapat dihitung bahwa :

Diketahui :

- Tinggi lantai 1 = 3,2 m
- Tinggi pendek = 2,8 m
- Tinggi pendek = 1 m
- Dimensi kolom = 45 x 45
- Mutu beton = 30 Mpa

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus elastis (E)} &= 4700\sqrt{f'c} \\
 &= 4700\sqrt{30} \\
 &= 25742,96 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Momen Inersia (I)} &= \frac{1}{12} 450.450^3 \\ &= 3.417.187.500 \text{ mm}^4\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{K lantai 1} &= \frac{(E.I)}{L} \\ &= \frac{(25742,96.3.417.187.500)}{3200} \\ &= 27.490.163.068,06 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{K lantai Pendek} &= \frac{(E.I)}{L} \\ &= \frac{(25742,96.3.417.187.500)}{1000} \\ &= 87.968.521.817,81 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{K \text{ lantai 1}}{K \text{ lantai 2}} &< 0,7 \\ \frac{27.490.163.068,06}{87.968.521.817,81} &< 0,7 \\ 0,3125 &< 0,7 \text{ ( memenuhi )}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{K lantai 1} &= \frac{(E.I)}{L} \\ &= \frac{(25742,96.3.417.187.500)}{3200} \\ &= 27.490.163.068,06 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{K lantai Pendek} &= \frac{(E.I)}{L} \\ &= \frac{(25742,96.3.417.187.500)}{2800} \\ &= 39.625.460.278,29 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\frac{K \text{ lantai } 1}{K \text{ lantai } 2} < 0,7$$

$$\frac{27.490.163.068,06}{39.625.460.278,29} < 0,7$$

$$0,6938 < 0,7 \text{ (memenuhi)}$$

Berdasarkan penjelasan diatas bahwa bangunan gedung Rusunawa Jambangan termasuk dalam kategori bangunan tidak beraturan. Sehingga pada perhitungan pembebanan gempa harus menggunakan analisa respon spektrum. Tahapan perhitungan analisa respon spektrum akan dijelaskan pada gambar diagram sebagai berikut.

Tabel 4. 4 Pembebanan Respon Spektrum Gempa Rencana

lapisan ke $i$	tebal lapisan ( $d_i$ )	deskripsi jenis tanah	nilai N-SPT
1	10	Lem Berlanau Pasir	6
2	6	Lem Berlanau	9,667
3	10	Lem Berlanau	13
4	4	Lem Beralanau Berkerikil	22
$\Sigma$	30		50,667

$$\Sigma \frac{d_i}{N_i} = 3,24$$

$$N_{rata}^2 = \frac{30}{3,24} = 9,26$$

Dengan nilai  $N = 9,26$  termasuk dalam tanah sedang (SD)

**(SNI 1726-2012, Tabel 3)**

Dari peta hazard kita dapatkan nilai  $S_s$ ,  $S_I$  untuk gempa 500 tahunan (10% dalam 50 tahun)

$S_s = 0,3$  g ( Lihat Gambar 2 )

$S_I = 0,1$  g ( Lihat Gambar 3 )

Karena nilai  $S_s = 0,3$  berada diantara  $S_s \leq 0,25$  dengan  $S_s = 0,5$  maka menggunakan cara interpolasi untuk mendapatkan nilai  $S_s$

$S_s$	$F_A$
0,5	1,7
0,35	2,48
0,25	2,5

Tabel 4. 5 Mencari nilai  $F_A$

$$\frac{0,5-0,25}{1,7-2,5} = \frac{0,35-0,25}{X-2,5}$$

$$\frac{0,25}{-0,8} = \frac{0,05}{X-2,5}$$

$$X = 2,48$$

Karena nilai  $S_I = 0,1$  g maka nilai  $F_v = 3,5$

$$S_{MS} = F_a S_s$$

$$S_{MS} = 2,48 \times 0,3$$

$$S_{MS} = 0,744$$

$$S_{M1} = F_v S_l$$

$$S_{M1} = 3,5 \times 0,1$$

$$S_{M1} = 0,35$$

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS}$$

$$S_{DS} = \frac{2}{3} 0,744$$

$$S_{DS} = 0,496$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1}$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} 0,35$$

$$S_{D1} = 0,233$$

$$T_s = \frac{SD1}{SDS}$$

$$T_s = \frac{0,233}{0,496}$$

$$T_s = 0,47$$

$$T_0 = 0,2 T_s$$

$$T_0 = 0,2 \cdot 0,47$$

$$T_0 = 0,094$$

$$\text{Bila } T < T_0 \quad \rightarrow Sa = S_{DS} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$$

$$\text{Bila } T_0 < T < T_s \quad \rightarrow Sa = S_{DS}$$

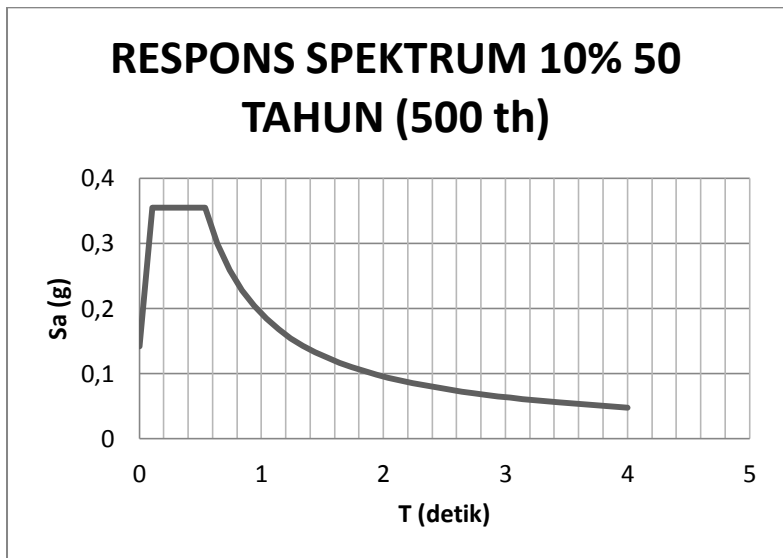
$$\text{Bila } T > T_s \quad \rightarrow Sa = \frac{SD1}{T}$$

T	T	Sa
(detik)	(detik)	(g)
0	0	0,198
To	0,094	0,496
Ts	0,470	0,496
Ts+0,1	0,570	0,409
Ts+0,2	0,670	0,348
Ts+0,3	0,770	0,303
Ts+0,4	0,870	0,268
Ts+0,5	0,970	0,240
Ts+0,6	1,070	0,218
Ts+0,7	1,170	0,199
Ts+0,8	1,270	0,184
Ts+0,9	1,370	0,170
Ts+1,0	1,470	0,159
Ts+1,1	1,570	0,149
Ts+1,2	1,670	0,140
Ts+1,3	1,770	0,132
Ts+1,4	1,870	0,125
Ts+1,5	1,970	0,118
Ts+1,6	2,070	0,113
Ts+1,7	2,170	0,108
Ts+1,8	2,270	0,103
Ts+1,9	2,370	0,098
Ts+2,0	2,470	0,094
Ts+2,1	2,570	0,091
Ts+2,2	2,670	0,087
Ts+2,3	2,770	0,084
Ts+2,4	2,870	0,081

Ts+2,5	2,970	0,079
Ts+2,6	3,070	0,076
Ts+2,7	3,170	0,074
Ts+2,8	3,270	0,071
Ts+2,9	3,370	0,069
4	4,0	0,058

Tabel 4. 6 Mencari nilai Sa

Dari tabel di atas didapat kan grafik respon spektrum sebagai berikut :

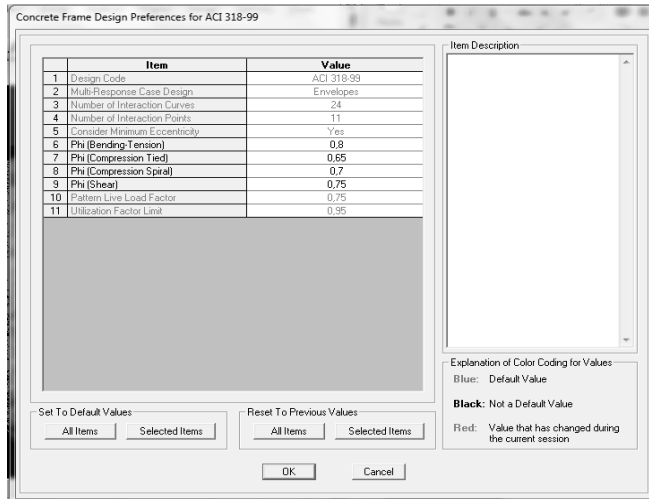


Gambar 4. 22 Grafik Respons Spektrum 10% 50 Tahun

#### 4.3.1.1 Input Respon Spektrum

1. Menginput code yang digunakan

Design – concrete frame design – view/revise preferences



Concrete Frame Design Preferences for ACI 318-99

Item	Value
1 Design Code	ACI 318-99
2 Multi-Response Case Design	Envelopes
3 Number of Interaction Curves	24
4 Number of Interaction Points	11
5 Consider Minimum Eccentricity	Yes
6 $\Phi$ (Bending/Tension)	0.9
7 $\Phi$ (Compression Tied)	0.65
8 $\Phi$ (Compression Spiral)	0.7
9 $\Phi$ (Shear)	0.75
10 Pattern Live Load Factor	0.75
11 Utilization Factor Limit	0.95

Item Description

Explanation of Color Coding for Values  
 Blue: Default Value  
 Black: Not a Default Value  
 Red: Value that has changed during the current session

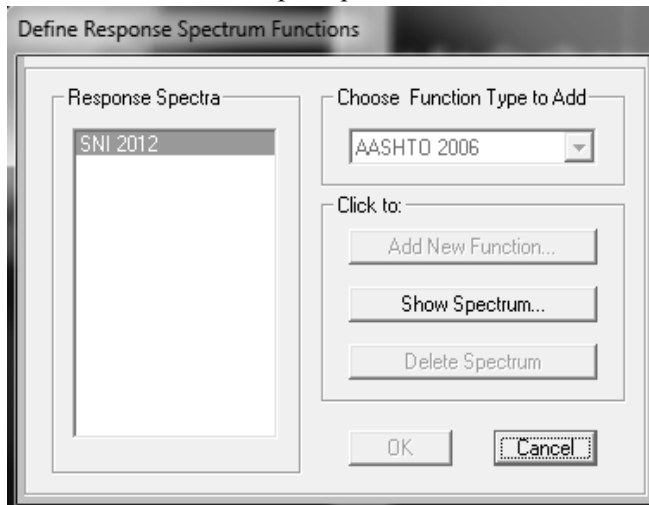
Set To Default Values: All Items Selected Items

Reset To Previous Values: All Items Selected Items

OK Cancel

2. Menginput data respon spektrum

Define – function – respon spektrum



Define Response Spectrum Functions

Response Spectra

SNI 2012

Choose Function Type to Add

AASHTO 2006

Click to:

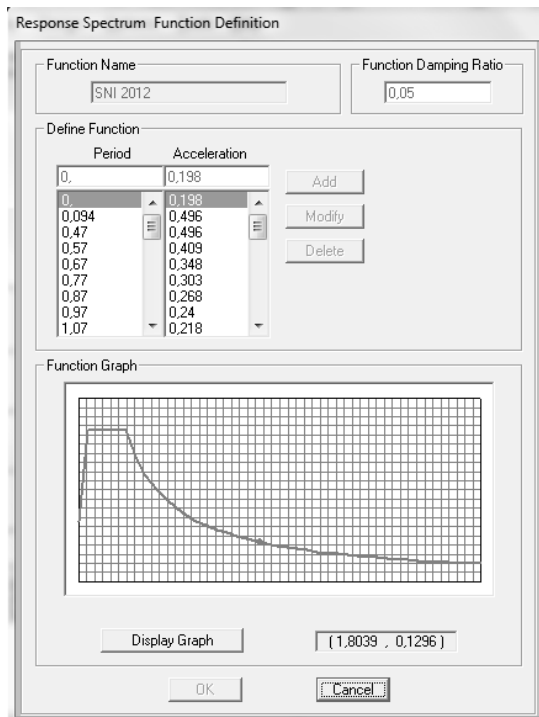
Add New Function...

Show Spectrum...

Delete Spectrum

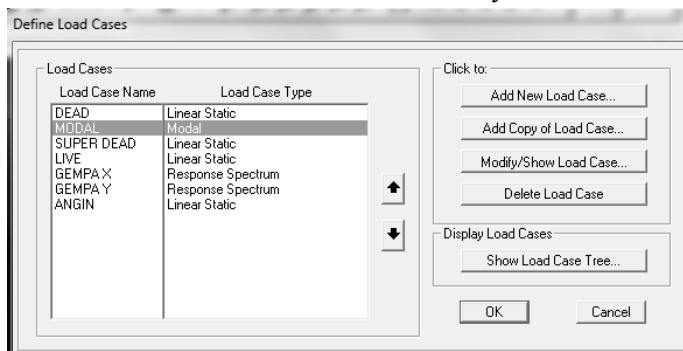
OK Cancel





### 3. Menambah analisa respon spektrum

Define – load cases – klik modal – modify/show load cases



Load Case Data - Modal

Load Case Name: MODAL  Notes:

Load Case Type: Modal

Stiffness to Use:  
☒ Zero Initial Conditions - Unstressed State  
☐ Stiffness at End of Nonlinear Case   
 Important Note: Loads from the Nonlinear Case are NOT included in the current case

Type of Modes:  
☐ Eigen Vectors  
☒ Ritz Vectors

Number of Modes:  
 Maximum Number of Modes:   
 Minimum Number of Modes:

Loads Applied

Load Type	Load Name	Maximum Cycles	Target Dynamic Participation Ratios (%)
Accel	UX	0	99
Accel	UX	0	99
Accel	UY	0	99

- Pilih ritz vectors
- Maximum Number of modes dapat diisi berdasarkan hasil analisa ragam respon spektrum yang terjadi telah mencapai  $\geq 90\%$
- Pilih accel pada load type – UX pada load name – 0 pada maximum cycles – 99 pada participation ratios(%)
- Pilih accel pada load type – UY pada load name – 0 pada maximum cycles – 99 pada participation ratios(%)
- Ok  
Define – load cases – klik GEMPA X – modify/show load cases

**Define Load Cases**

Load Case Name	Load Case Type
DEAD	Linear Static
MODAL	Modal
SUPER DEAD	Linear Static
LIVE	Linear Static
GEMPA X	Response Spectrum
GEMPA Y	Response Spectrum
ANGIN	Linear Static

Click to:

Add New Load Case...

Add Copy of Load Case...

Modify/Show Load Case...

Delete Load Case

Display Load Cases

Show Load Case Tree...

OK Cancel

---

**Load Case Data - Response Spectrum**

Load Case Name: GEMPA X Set Def Name Modify/Show...

Load Case Type: Response Spectrum Design...

Modal Combination:

☒ CQC ☐ SRSS ☐ Absolute ☐ GMC ☐ NRC 10 Percent ☐ Double Sum

GMC I1: 1. GMC I2: 0. Periodic + Rigid Type: SRSS

Directional Combination:

☒ SRSS ☐ CQC3 ☐ Absolute

Scale Factor:

Modal Load Case:

Use Modes from this Modal Load Case: MODAL

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	SNI 2012	1.962
Accel	U1	SNI 2012	1.962

Add Modify Delete

☐ Show Advanced Load Parameters

Other Parameters:

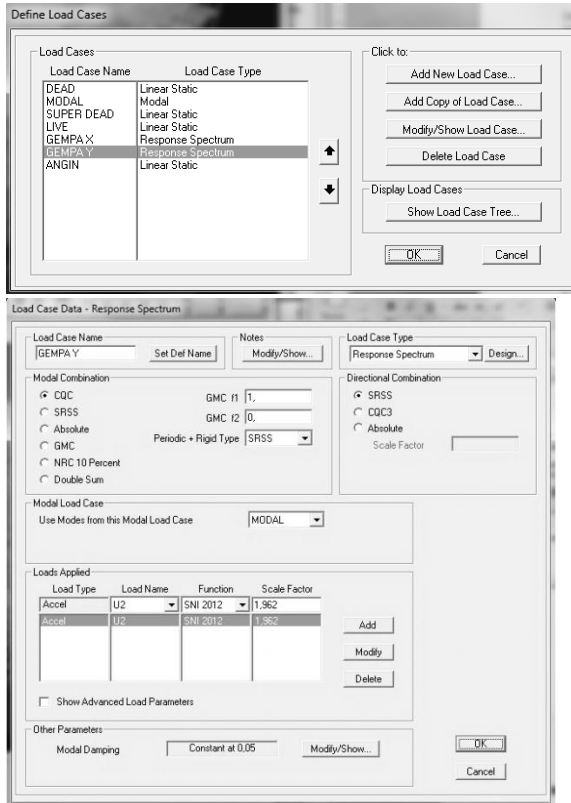
Modal Damping: Constant at 0.05 Modify/Show...

OK Cancel

- Pada load case type pilih response spectrume.
- Pilih accel pada load type – U1 pada load name – SNI 2012 pada function – 1,962 pada scale factor.  
( nilai scale factor =  $g(I/R) = 9,81(1/5) = 1,96$ . I = 1 karena rusunawa termasuk dalam kategori resiko II dengan nilai I = 1, R = 5 karena bangunan menggunakan rangka beton

bertulang pemikul momen menengah,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  berdasarkan nilai gravitasi bumi.)

Define – load cases – klik GEMPA y – modify/show load cases



- Pada load case type pilih response spectrume.
- Pilih accel pada load type – U2 pada load name – SNI 2012 pada function – 1,962 pada scale factor.  
( nilai scale factor =  $g(I/R) = 9,81(1/5) = 1,96$ . I = 1 karena rusunawa termasuk dalam kategori resiko II dengan nilai I = 1, R = 5 karena bangunan menggunakan rangka beton

bertulang pemikul momen menengah,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  berdasarkan nilai gravitasi bumi.)

#### 4. Analisa ragam respon spektrum

Analisa harus dilakukan untuk menentukan ragam getar alami untuk struktur. Analisa harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 90 persen dari massa aktual dalam masing-masing arah horisontal ortogonal dari respon yang ditinjau oleh model. ( SNI 1726-2012 pasal 7.9.1)

Setelah dilakukan analisa menggunakan program bantu SAP didapatkan hasil bahwa pada ragam ke-6 jumlah kumulatif partisipasi massa pada arah X sebesar 92,4 % dan arah Y sebesar 92,5 %. Karena jumlah kumulatif partisipasi massa lebih dari 90% maka analisa dibatasi sampai ragam ke-6.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
2	OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
3	Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
4	MODAL	Mode	1	0,523016	0,804	0,000006361	0,000001833	0,804	0,000006361
5	MODAL	Mode	2	0,46916	0,00001243	0,815	7,007E-08	0,804	0,815
6	MODAL	Mode	3	0,397349	0,001186	0,0007802	0,00001279	0,805	0,815
7	MODAL	Mode	4	0,166807	0,089	0,005836	6,423E-07	0,894	0,821
8	MODAL	Mode	5	0,150978	0,013	0,082	4,229E-09	0,907	0,903
9	MODAL	Mode	6	0,078689	0,017	0,023	7,757E-07	0,924	0,925

#### 5. Batasan simpangan yang terjadi

Simpangan antar lantai ijin terdapat pada (SNI 1726-2012 pasal 7.12.1 pada tabel 16)



### 4.3.2 Perhitungan Balok

#### 4.3.2.1 Perhitungan Balok Melintang

Perhitungan tulangan balok melintang BY1 (40/50) AS G 1 – 2 frame 100. Berikut data-data perencanaan balok, gambar denah pembalokan, hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000, ketentuan perhitungan penulangan balok dengan metode SRPMM, perhitungan serta hasil akhir gambar penampang balok adalah sebagai berikut :

➤ Data-data perencanaan tulangan balok :

Tipe balok	= BY1 (40/50)
Bentang balok (L balok)	= 5400 mm
Dimensi balok (b balok)	= 400 mm
Dimensi balok (h balok)	= 500 mm
Bentang kolom (L kolom)	= 3200 mm
Dimensi kolom (b kolom)	= 450 mm
Dimensi kolom (h kolom)	= 450 mm
Kuat tekan beton ( $f_c'$ )	= 30 MPa
Kuat leleh tulangan lentur ( $f_y$ )	= 400 MPa
Kuat leleh tulangan geser ( $f_{yv}$ )	= 320 MPa
Kuat leleh tulangan puntir ( $f_{yt}$ )	= 400 MPa
Diameter tulangan lentur ( $\emptyset$ lentur)	= 19 mm
Diameter tulangan geser ( $\emptyset$ geser)	= 10 mm
Diameter tulangan puntir ( $\emptyset$ puntir)	= 16 mm
$\cot \theta^2$	= 1
Jarak spasi tulangan sejajar (S sejajar)	= 25 mm
<b>(SNI 2847:2013 pasal 7.6.1)</b>	
Jarak spasi tulangan antar lapis	= 25 mm
<b>(SNI 2847:2013 pasal 7.6.2)</b>	
Tebal selimut beton (t decking)	= 40 mm

**(SNI 2847:2013 pasal 7.7.1)**

$$\text{Faktor } \beta_1 = 0,85$$

**(SNI 2847:2013 pasal 10.2.7.3)**

$$\text{Faktor reduksi kekuatan lentur } (\phi) = 0,8$$

**(SNI 2847:2013 pasal 9.3.2.1)**

$$\text{Faktor reduksi kekuatan geser } (\phi) = 0,75$$

**(SNI 2847:2013 pasal 9.3.2.3)**

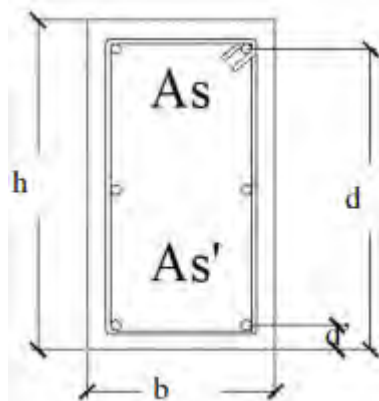
$$\text{Faktor reduksi kekuatan puntir } (\phi) = 0,75$$

**(SNI 2847:2013 pasal 9.3.2.3)**

Maka, tinggi efektif balok :

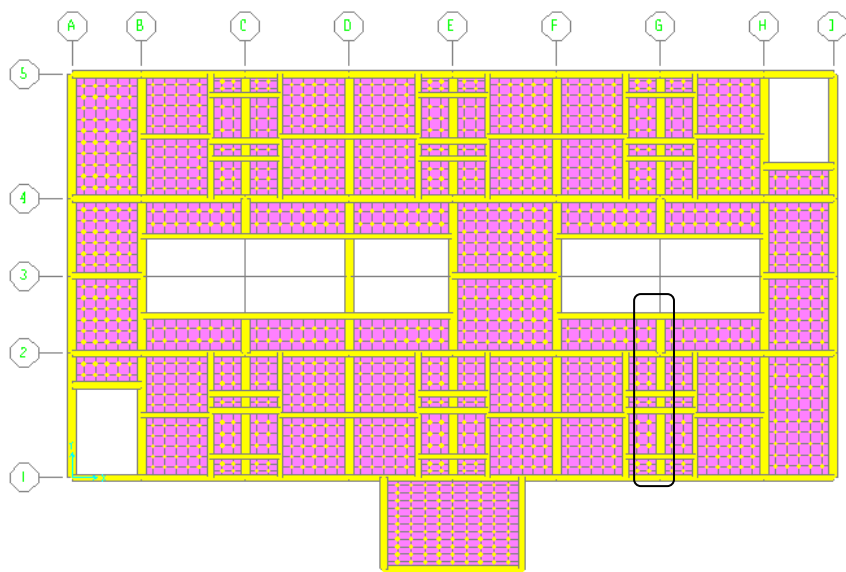
$$\begin{aligned} d &= h - \text{decking} - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tul.lentur} \\ &= 500 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 19 \\ &= 440,5\text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d' &= \text{decking} + \emptyset \text{ sengkang} + \frac{1}{2} \emptyset \text{ tul.lentur} \\ &= 40 + 10 + \frac{1}{2} \cdot 19 \\ &= 59,5\text{mm} \end{aligned}$$



Gambar 4. 24Tinggi efektif Balok





Gambar 4. 25 Denah Pembalokan Lantai 2

### Hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000

Setelah dilakukan analisa menggunakan program bantu SAP 2000, didapatkan hasil output dan diagram gaya dalam sehingga digunakan dalam proses perhitungan penulangan balok,

Adapun dalam pengambilan hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000 yaitu gaya yang ditinjau harus ditentukan dan digunakan akibat dari beberapa macam kombinasi pembebanan. Kombinasi pembebanan yang digunakan terdiri dari kombinasi beban gravitasi dan kombinasi beban gempa.

Kombinasi Beban Gravitasi :

- ❖ Pembebanan akibat beban mati dan beban hidup.

$$1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$$

$$1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} + 0,8 \text{ W}$$

$$1,2 \text{ DL} + 1 \text{ LL} + 1,3 \text{ w}$$

$$0,9 \text{ DL} + 1,3 \text{ S}$$

$$1,4 \text{ DL}$$

Kombinasi Beban Gempa :

- ❖ Pembebanan akibat beban gravitasi dan beban gempa positif searah sumbu X.

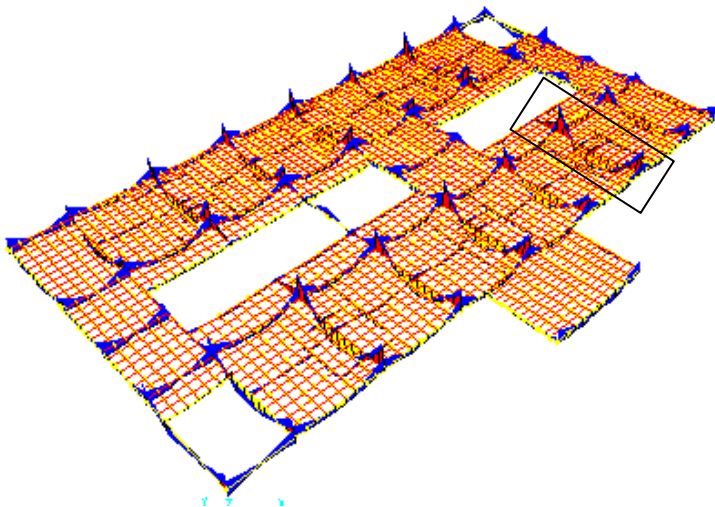
$$1,2 \text{ DL} + 1 \text{ LL} + 1,0 \text{ EQ}_x + 0,3 \text{ EQ}_y \text{ dan}$$

$$0,9 \text{ DL} + 1,0 \text{ EQ}_x + 0,3 \text{ EQ}_y$$

- ❖ Pembebanan akibat beban gravitasi dan beban gempa positif searah sumbu Y.

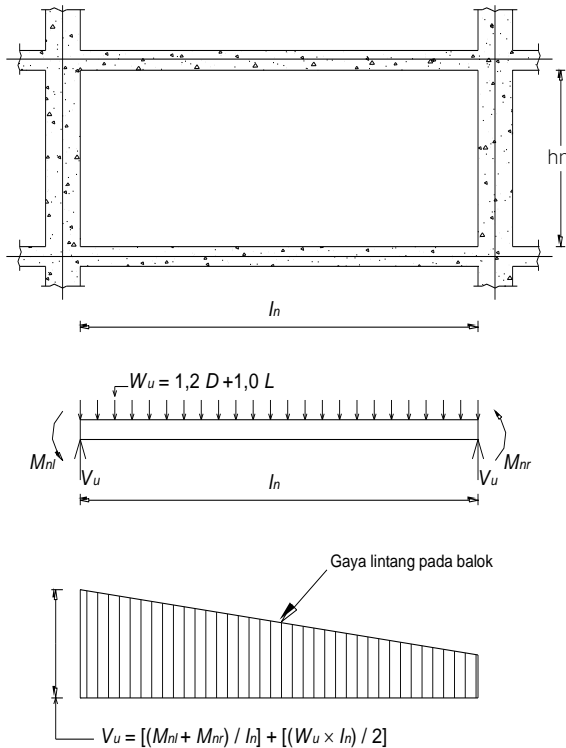
$$1,2 \text{ DL} + 1 \text{ LL} + 0,3 \text{ EQ}_x + 1,0 \text{ EQ}_y \text{ dan}$$

$$0,9 \text{ DL} + 0,3 \text{ EQ}_x + 1,0 \text{ EQ}_y$$



Gambar 4. 26 Denah Balok yang Ditinjau dan Diagram Gaya Dalam Momen Lentur Lantai 2

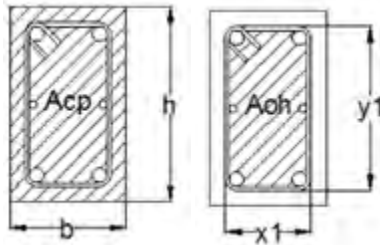
Berdasarkan SNI 2847:2013, Pasal 21.3 untuk mendesain bangunan yang menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) seperti gambar berikut ini :



Gambar 4. 27 geser desain untuk rangka momen menengah

Periksa kecukupan dimensi penampang terhadap beban geser lentur dan puntir.

Ukuran penampang balok yang dipakai = 40/50



Gambar 4. 28 luasan Acp,Pcp dan Aoh

Luasan yang dibatasi oleh keliling luar irisan penampang beton

$$\begin{aligned}
 A_{cp} &= b_{\text{balok}} \times h_{\text{balok}} \\
 &= 400 \text{ mm} \times 500 \text{ mm} \\
 &= 200.000 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Parimeter luar irisan penampang beton Acp

$$\begin{aligned}
 P_{cp} &= 2 \times (b_{\text{balok}} + h_{\text{balok}}) \\
 &= 2 \times (400 \text{ mm} + 500 \text{ mm}) \\
 &= 1.800 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Luas penampang dibatasi as tulangan sengkang

$$\begin{aligned}
 A_{oh} &= (b_{\text{balok}} - 2 \cdot t_{\text{decking}} - \emptyset_{\text{geser}}) \times (h_{\text{balok}} - 2 \cdot t_{\text{decking}} - \emptyset_{\text{geser}}) \\
 &= (400 \text{ mm} - (2.40 \text{ mm}) - 10 \text{ mm}) \times (500 \text{ mm} - (2.40 \text{ mm}) - 10 \text{ mm}) \\
 &= 127.100 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Keliling penampang dibatasi as tulangan sengkang

$$\begin{aligned}
 P_h &= 2 \cdot ((b_{\text{balok}} - 2 \cdot t_{\text{decking}} - \emptyset_{\text{geser}}) + (h_{\text{balok}} - 2 \cdot t_{\text{decking}} - \emptyset_{\text{geser}})) \\
 &= 2 \cdot ((400 \text{ mm} - (2 \cdot 40 \text{ mm}) - 10 \text{ mm}) + (500 \text{ mm} - (2 \cdot 40 \text{ mm}) - 10 \text{ mm})) \\
 &= 2 \times (310 \text{ mm} + 410 \text{ mm})
 \end{aligned}$$

$$= 2 \times 720 \text{ mm}$$

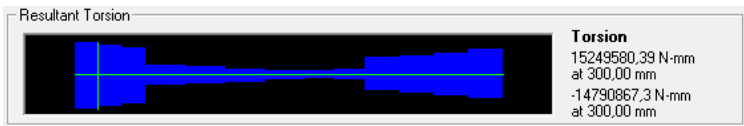
$$= 1440 \text{ mm}$$

#### a. Perhitungan Penulangan Puntir

Berdasarkan hasil output diagram torsi pada SAP 2000 diperoleh momen puntir :

Hasil Output Diagram Torsi

Akibat kombinasi 1,2D + 1,0L + 1,0EX + 0,3EY



#### Momen Puntir Ultimate

Akibat kombinasi 1,2D + 1,0L + 1,0EX + 0,3EY

$$T_u = 15.249.580,39 \text{ Nmm}$$

#### Momen Puntir Nominal

$$T_n = \frac{T_u}{\phi}$$

$$= \frac{15.249.580,39}{0,75}$$

$$= 20.322.733,85 \text{ Nmm}$$

#### Geser Ultimate

Akibat kombinasi 1,2D + 1,0L + 0,3EX + 1,0EY

$$V_u = 183.203,82 \text{ N}$$

Pengaruh puntir dapat diabaikan bila momen puntir terfaktor  $T_u$  besarnya kurang daripada :

$$T_{u_{\min}} = \frac{\phi \sqrt{f'c'}}{12} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$$

$$= \frac{0,75 \sqrt{30}}{12} \left( \frac{200.000^2}{1800} \right)$$

$$= 7.607.257,74 \text{ Nmm}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 11.5.1(a))

Sedangkan untuk momen puntir terfaktor maksimum  $T_u$  dapat diambil sebesar :

$$T_{u_{\max}} = \frac{\phi \sqrt{f_c'} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)}{3}$$

$$= \frac{0,75 \sqrt{30}}{3} \left( \frac{200.000^2}{1800} \right)$$

$$= 30.429.030,97 \text{ Nmm}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 11.5.2.2(a))

#### Cek Pengaruh Momen Puntir

$$T_u < \frac{\phi \sqrt{f_c'} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)}{12} \quad \text{maka tulangan puntir di abaikan}$$

$$T_u > \frac{\phi \sqrt{f_c'} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)}{12} \quad \text{maka memerlukan tulangan puntir}$$

15.249.580,39 Nmm > 7.607.257,74 Nmm (**memerlukan tulangan puntir**)

Jadi, penampang balok memerlukan penulangan puntir berupa tulangan memanjang.

#### Cek Kecukupan Penampang Menahan Momen Puntir

Dimensi penampang melintang harus memenuhi ketentuan berikut :

$$\sqrt{\left( \frac{V_u}{b x d} \right)^2 + \left( \frac{T_u x P_h}{1,7 x A_o h^2} \right)^2} \leq \phi \left( \frac{\frac{1}{6} \sqrt{f_c'} x b x d}{b x d} + \left( \frac{2 \sqrt{f_c'}}{3} \right) \right)$$

$$\sqrt{\left(\frac{158.754,23}{400 \times 440,5}\right)^2 + \left(\frac{15.249.580,39 \times 1440}{1,7 \times (127.100)^2}\right)^2} \leq 0,75 \left( \frac{\frac{1}{6}\sqrt{30} \times 400 \times 440,5}{400 \times 440,5} + \left(\frac{2\sqrt{30}}{3}\right) \right)$$

$$1,204 \leq 3,42 \text{ (memenuhi)}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 11.5.3.1(a))**

Maka, penampang balok mencukupi untuk menahan momen puntir.

#### Tulangan Puntir Untuk Lentur

Tulangan longitudinal tambahan yang diperlukan untuk menahan puntir direncanakan berdasarkan persamaan berikut:

$$A_l = \frac{A_t}{s} \times P_h \times \left(\frac{f_{yv}}{f_{yt}}\right) \times \cot^2 \theta$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 11.5.3.7)**

Dengan  $\frac{A_t}{s}$  dihitung dari persamaan dibawah :

$$T_n = \frac{2 \times A_o \times A_t \times f_{yt}}{s} \times \cot \theta$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 11.5.3.6)**

Dimana :

$$\begin{aligned} A_o &= 0,85 \times A_{oh} \\ &= 0,85 \times 127.100 \text{ mm}^2 \\ &= 108.035 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{A_t}{s} &= \frac{T_n}{2 \times A_o \times f_{yv} \times \cot \theta} \\ \frac{A_t}{s} &= \frac{20.332.773,85 \text{ Nmm}}{2 \times 108.035 \text{ mm}^2 \times 320 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times \cot 45} \\ \frac{A_t}{s} &= 0,294 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka tulangan puntir untuk lentur :

$$\begin{aligned}
 A_l &= \frac{A_t}{S} \times P_h \times \left( \frac{f_{yv}}{f_{yt}} \right) \times \cot^2 \theta \\
 &= 0,294 \text{ mm} \times 1440 \text{ mm} \times \left( \frac{320 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2} \right) \times \cot^2 45 \\
 &= 338,77 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Tetapi tidak boleh kurang dari :

$$\begin{aligned}
 A_{l \min} &= \frac{5 \sqrt{f_c'} A_{cp}}{12 \times f_{yt}} - \left( \frac{A_t}{S} \right) \times P_h \times \left( \frac{f_{yv}}{f_{yt}} \right) \\
 &= \\
 &= \frac{5 \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 200000 \text{ mm}^2}{12 \times 400 \text{ N/mm}^2} - \\
 &\quad (0,294 \text{ mm}) \times 1440 \text{ mm} \times \left( \frac{320 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2} \right) \\
 &= 802,32 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 11.5.5.3)**

Kontrol :

$$\begin{aligned}
 A_{l \text{ perlu}} &\leq A_{l \min} && \text{maka gunakan } A_{l \min} \\
 A_{l \text{ perlu}} &\geq A_{l \min} && \text{maka gunakan } A_{l \text{ perlu}} \\
 338,77 \text{ mm}^2 &\leq 802,32 \text{ mm}^2 && \text{(maka pakai } A_{l \min})
 \end{aligned}$$

Maka dipakai tulangan puntir perlu sebesar  $802,32 \text{ mm}^2$

Luasan tulangan puntir untuk arah memanjang dibagi merata ke empat sisi pada penampang balok.

$$\frac{A_l}{4} = \frac{802,32 \text{ mm}^2}{4} = 200,58 \text{ mm}^2$$

Penulangan torsi pada tulangan memanjang :

Pada sisi atas = disalurkan pada tulangan tarik balok



Pada sisi bawah = disalurkan pada tulangan tekan balok

Maka, sisi atas dan bawah balok masing-masing mendapatkan tambahan luasan tulangan puntir sebesar  $200,58 \text{ mm}^2$ .

Pada sisi kanan dan kiri dipasang luasan tulangan puntir sebesar :

$$2 \times \frac{A_l}{4} = 2 \times 200,58 \text{ mm}^2 = 401,16 \text{ mm}^2$$

Luasan tulangan puntir

$$\begin{aligned} \text{Luas } \emptyset 16 &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (16\text{mm})^2 \\ &= 200,96 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan pasang puntir longitudinal (sisi tengah)

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tulangan pasang} &= \frac{A_{s\text{perlu}}}{\text{Luasan tulangan puntir}} \\ &= \frac{401,16 \text{ mm}^2}{200,96 \text{ mm}^2} \\ &= 1,996 \approx 2 \text{ Buah} \end{aligned}$$

Dipasang tulangan puntir 2  $\emptyset$  16

Luasan tulangan pasang puntir longitudinal (sisi tengah)

$$\begin{aligned} A_{s\text{pasang puntir}} &= n_{\text{pasang}} \times \text{luasan tulangan puntir} \\ &= 2 \times 200,96 \text{ mm}^2 \\ &= 401,92 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol :

$A_{s\text{pasang}} \geq A_{s\text{perlu}}$

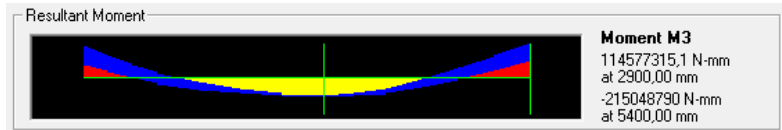
$$401,92 \text{ mm}^2 \geq 401,16 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)}$$

Maka, pada tumpuan kiri, lapangan dan tumpuan kanan dipasang tulangan puntir sebesar 2 Ø 16.

## b. Perhitungan Penulangan Lentur

### ➤ DAERAH TUMPUAN KANAN

Diambil momen yang terbesar, akibat dari kombinasi :



$$1,2D + 1,0L + 0,3EX + 1,0EY$$

$$Mu_{tumpuan} = 215.048.790 \text{ Nmm}$$

### Momen lentur nominal ( $M_n$ )

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{Mu_{tumpuan}}{\phi} \\ &= \frac{215.048.790 \text{ Nmm}}{0,8} \\ &= 268.810.987,50 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

### Garis netral dalam kondisi balance

$$\begin{aligned} X_b &= \frac{600}{600 + f_y} \times d \\ &= \frac{600}{600 + 400} \times 440,5 \text{ mm} \\ &= 264,30 \text{ mm} \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 10.2.2)

### Garis netral maksimum

$$\begin{aligned} X_{\max} &= 0,75 \times X_{\text{balance}} \\ &= 0,75 \times 264,30 \text{ mm} \\ &= 198,22 \text{ mm} \end{aligned}$$

Garis netral minimum

$$\begin{aligned} X_{\min} &= d' \\ &= 59,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Garis netral rencana (asumsi)

$$\begin{aligned} X_{\text{rencana}} &= 0,5 X_b \\ &= 0,5 \cdot 264,3 \text{ mm} \\ &= 132,15 \text{ mm} \end{aligned}$$

Komponen beton tertekan

$$\begin{aligned} Cc' &= 0,85 \times f_c' \times b \times \beta_1 \times X_{\text{rencana}} \\ &= 0,85 \times 30 \times 400 \text{ mm} \times 0,85 \times 132,15 \text{ mm} \\ &= 1.145.740,5 \text{ N} \end{aligned}$$

Luas tulangan lentur gaya tarik tulangan lentur tunggal

$$\begin{aligned} A_{sc} &= \frac{0,85 \times f_c' \times b \times \beta_1 \times X_{\text{rencana}}}{f_y} \\ &= \frac{0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 400 \text{ mm} \times 0,85 \times 132,15 \text{ mm}}{400 \text{ N/mm}^2} \\ &= 2.864,35 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Momen nominal tulangan lentur tunggal

$$\begin{aligned} M_{nc} &= A_{sc} \times f_y \times \left( d - \frac{\beta_1 \cdot X_{\text{rencana}}}{2} \right) \\ &= 2.864,35 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \times \left( 440,5 \text{ mm} - \frac{0,85 \times 132,15 \text{ mm}}{2} \right) \\ &= 440.349.607,24 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Cek momen nominal tulangan lentur rangkap

Syarat :

$$M_{ns} > 0 \quad \rightarrow \text{maka perlu tulangan lentur tekan}$$

$$M_{ns} \leq 0 \quad \rightarrow \text{maka tidak perlu tulangan lentur tekan}$$

$$\begin{aligned} M_{ns} &= M_n - M_{nc} \\ &= 268.810.987,50 \text{ Nmm} - 440.349.607,24 \text{ Nmm} \\ &= -171.538.619,74 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Maka,  $M_{ns} > 0 / M_{ns} \leq 0$

$M_{ns} = -171.538.619,74 \text{ Nmm} \leq 0$  (**tidak perlu tulangan lentur tekan**)

Sehingga untuk analisis selanjutnya digunakan perhitungan penulangan lentur tunggal.

**⇒ Perencanaan Tulangan Lentur Tunggal**

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} \\ &= \frac{400 \text{ N/mm}^2}{0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2} \\ &= 15,69 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.3.5)**

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400 \text{ N/mm}^2} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.5.1)**

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{balance}} &= 0,85 \times \beta_1 \times \left( \frac{f_c'}{f_y} \right) \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= 0,85 \times 0,85 \times \left( \frac{30 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2} \right) \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right) \\
 &= 0,032
 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 8.4.3)**

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{max}} &= 0,75 \times \rho_{\text{balance}} \\
 &= 0,75 \times 0,032 \\
 &= 0,024
 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 49 pers. 3.6.1)**

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\
 &= \frac{268.810.987,5}{400 \text{ mm} \times (440,5 \text{ mm})^2} \\
 &= 3,46 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{15,69} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 3,46 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2}} \right) \\
 &= 0,0093
 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)**

Syarat :

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{min}} &\leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\text{max}} \\
 0,0035 &\leq 0,0093 \leq 0,0244 \rightarrow \text{memenuhi}
 \end{aligned}$$

Maka, digunakan  $\rho_{\text{perlu}} = 0,0093$

Luasan tulangan lentur tarik pakai

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{perlu}} \times b \times d \\ &= 0,0093 \times 400 \times 440,5 \\ &= 1.646,24 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tarik pakai (sisi atas)

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_s \text{ perlu}}{A_s \text{ tulangan pakai}} \\ &= \frac{1.646,24 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19)^2} \\ &= 5,81 \text{ buah} \approx \text{dipakai 6 buah} \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tarik (pasang sisi atas)

$$\begin{aligned} A_s \text{ pasang} &= n \text{ pasang} \times \text{luas D lentur} \\ &= 6 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\ &= 1700,31 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol :

$$\begin{aligned} A_s \text{ pasang} &> A_s \text{ perlu} \\ 1700,31 \text{ mm}^2 &> 1.646,24 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \text{memenuhi} \end{aligned}$$

Luasan tulangan perlu lentur ditambah luasan tambahan puntir longitudinal untuk lentur :

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= A_s + \frac{A_l}{4} \\ &= 1.646,24 \text{ mm}^2 + 200,58 \text{ mm}^2 \\ &= 1.846,81 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tarik pakai setelah ditambah luasan tambahan puntir (sisi atas)

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{A_{s \text{ perlu}}}{A_{s \text{ tulangan pakai}}} \\
 &= \frac{1.846,81 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2} \\
 &= 6,52 \text{ buah} \approx \text{dipakai 7 buah}
 \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tarik setelah ditambah luasan tambahan puntir (pasang sisi atas)

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ pasang}} &= n \text{ pasang} \times \text{luasan D lentur} \\
 &= 7 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\
 &= 1.983,69 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol :

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ pasang}} &> A_{s \text{ perlu}} \\
 1.983,69 \text{ mm}^2 &> 1.846,81 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \text{memenuhi}
 \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tekan ditambah luasan tambahan puntir longitudinal untuk lentur :

$$\begin{aligned}
 A_{s' \text{ perlu}} &= A_s + \frac{A_l}{4} \\
 &= 0 \text{ mm}^2 + 200,58 \text{ mm}^2 \\
 &= 200,58 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tekan pakai (sisi bawah)

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{A_{s \text{ perlu}}}{A_{s \text{ tulangan pakai}}} \\
 &= \frac{200,58 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2} \\
 &= 0,71 \text{ buah} \approx \text{dipakai 3 buah}
 \end{aligned}$$

Karena pada saat dicoba menggunakan 2 tulangan untuk tahapan cek SRPMM kekuatan momen positif lebih kecil sepertiga dari kekuatan momen negatif

Luasan tulangan lentur tekan pasang (sisi bawah)

$$\begin{aligned}\text{As pasang} &= n \text{ pasang} \times \text{luasan } D \text{ lentur} \\ &= 3 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\ &= 850,15 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Kontrol :

As pasang > As perlu

$$850,15 \text{ mm}^2 > 200,58 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{memenuhi}$$

Kontrol jarak spasi tulangan tarik

Syarat :

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{sejajar}} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun 1 lapis}$$

$$S_{\text{maks}} \leq S_{\text{sejajar}} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun lebih dari 1 lapis}$$

Direncanakan dipakai tulangan :

tarik 2 lapis, lapis ke 1 5D19, lapis ke 2 2D19

tekan 1 lapis 3D19

Kontrol Tulangan Tarik

$$\begin{aligned}S_{\text{maks}} &= \frac{b - (2 \times t_{\text{decking}}) - (2 \times \phi_{\text{geser}}) - (\text{jumlah tul.} \times D_{\text{lentur}})}{\text{jumlah tulangan} - 1} \\ &= \frac{400 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (5 \times 19 \text{ mm})}{5 - 1} \\ &= 51,25 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{syarat sejajar}}$$

$$51,25 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm} \text{ (dipakai tulangan 1 lapis)}$$



**Kontrol Tulangan Tekan**

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &= \frac{b - (2 \times t_{\text{decking}}) - (2 \times \phi_{\text{geser}}) - (\text{jumlah tul.} \times D_{\text{lentur}})}{\text{jumlah tulangan} - 1} \\
 &= \frac{400 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (3 \times 19 \text{ mm})}{3 - 1} \\
 &= 121,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{syarat sejajar}}$$

$$121,5 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm} \text{ (dipakai tulangan 1 lapis)}$$

Maka, dipakai tulangan lentur balok BY1 (40/50) untuk daerah tumpuan :

- Tulangan lentur tarik susun 2 lapis  
     Lapis 1 = 5D19  
     Lapis 2 = 2D19
- Tulangan lentur tekan susun 1 lapis  
     Lapis 1 = 3D19

**Cek syarat SRPMM untuk kekuatan lentur pada balok**

Kekuatan momen positif pada muka joint tidak boleh kurang dari sepertiga kekuatan momen negatif yang disediakan pada muka joint. Baik kekuatan momen negatif atau positif pada sembarang penampang sepanjang panjang balok tidak boleh kurang dari seperlima kekuatan momen maksimum yang disediakan pada muka salah satu joint.

$$M_{\text{lentur tumpuan (+)}} > \frac{1}{3} \times M_{\text{lentur tumpuan (-)}}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 21.3.4.1)**

Maka berdasarkan pengecekan ini dilakukan dengan meninjau tulangan pasang.

$$\begin{aligned} \text{As pasang} &= 7\text{D}19 \\ &= 7 \times 0,25 \times 3,14 \times 19^2 \\ &= 1.983,69 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As' pasang} &= 3\text{D}19 \\ &= 3 \times 0,25 \times 3,14 \times 19^2 \\ &= 850,15 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{M lentur tumpuan (+)} &> \frac{1}{3} \times \text{M lentur tumpuan (-)} \\ 850,15 \text{ mm}^2 &\geq \frac{1}{3} \times 1983,69 \text{ mm}^2 \\ 850,15 \text{ mm}^2 &\geq 661,23 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)} \end{aligned}$$

Jadi, pada daerah tumpuan kiri, dipasang tulangan :

Tulangan tarik = 7D19

Tulangan tekan = 3D19

Kontrol kemampuan penampang :

As pakai tulangan tarik 7D19 = 1983,69 mm<sup>2</sup>

As pakai tulangan tekan 3D19 = 850,15 mm<sup>2</sup>

$$\begin{aligned} a &= \frac{As \times fy}{0,85 \times fc' \times b} \\ &= \frac{(1983,69 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2) - (850,15 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2)}{0,85 \times 30 \times 400} \\ &= 44,45 \text{ mm} \end{aligned}$$

Gaya tekan beton :

$$Cc' = 0,85 \times fc' \times b \times a$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 400 \text{ mm} \times 44,45 \text{ mm} \\
 &= 453.416 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_s' &= A_s' \text{ pasang} \times f_y \\
 &= 850,15 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 340.062 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{n\text{pasang}} &= Cc' \times \left(d - \frac{a}{2}\right) + C_s' \times (d - d') \\
 &= 453.416 \text{ N} \times \left(440,5 \text{ mm} - \frac{44,45 \text{ mm}}{2}\right) + \\
 &340.062 \text{ N} \times (440,5 \text{ mm} - 59,5 \text{ mm}) \\
 &= 319.215.621,52 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

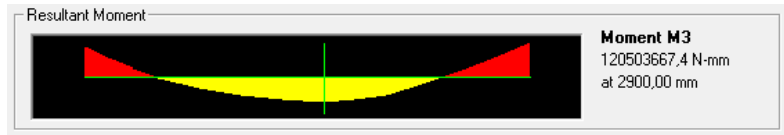
Maka,  $M_{n\text{pasang}} > M_{n\text{perlu}}$   
 $319.215.621,52 \text{ Nmm} > 268.810.987,5 \text{ Nmm}$  (**memenuhi**)

Jadi, penulangan lentur untuk balok melintang BY1 (40/50) AS G 1 – 2 frame 100 pada daerah tumpuan kiri dipakai tulangan tarik 7 D19 dan tulangan tekan minimum 3D19 dengan susunan sebagai berikut :

- Tulangan tarik 2 lapis
  - Lapis 1 : 5D19
  - Lapis 2 : 2D19
- Tulangan tekan minimum 1 lapis
  - Lapis 1 : 3D19

### ➤ DAERAH LAPANGAN

Diambil momen yang terbesar, akibat dari kombinasi :



Akibat kombinasi : 1,2D + 1,6L

$$Mu_{lapangan} = 120.503.667,40 \text{ Nmm}$$

### Momen lentur nominal (Mn)

$$\begin{aligned} Mn &= \frac{Mu_{lapangan}}{\phi} \\ &= \frac{120.503.667,4 \text{ Nmm}}{0,8} \\ &= 150.629.584,25 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

### Garis netral dalam kondisi balance

$$\begin{aligned} X_b &= \frac{600}{600 + f_y} \times d \\ &= \frac{600}{600 + 400} \times 440,5 \text{ mm} \\ &= 264,30 \text{ mm} \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 10.2.2)

### Garis netral maksimum

$$\begin{aligned} X_{\max} &= 0,75 \times X_{\text{balance}} \\ &= 0,75 \times 264,30 \text{ mm} \\ &= 198,22 \text{ mm} \end{aligned}$$

### Garis netral minimum

$$\begin{aligned} X_{\min} &= d' \\ &= 59,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Garis netral rencana (asumsi)

$$\begin{aligned}
 X_{rencana} &= 0,5 X_b \\
 &= 0,5 \cdot 264,3 \text{ mm} \\
 &= 132,15 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Komponen beton tertekan

$$\begin{aligned}
 C_c' &= 0,85 \times f_c' \times b \times \beta_1 \times X_{rencana} \\
 &= 0,85 \times 30 \times 400 \text{ mm} \times 0,85 \times 132,15 \text{ mm} \\
 &= 1.145.740,5 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Luas tulangan lentur gaya tarik tulangan lentur tunggal

$$\begin{aligned}
 A_{sc} &= \frac{0,85 \times f_c' \times b \times \beta_1 \times X_{rencana}}{f_y} \\
 &= \frac{0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 400 \text{ mm} \times 0,85 \times 132,15 \text{ mm}}{400 \text{ N/mm}^2} \\
 &= 2.864,35 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Momen nominal tulangan lentur tunggal

$$\begin{aligned}
 M_{nc} &= A_{sc} \times f_y \times \left( d - \frac{\beta_1 \cdot X_{rencana}}{2} \right) \\
 &= 2.864,35 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \times \left( 440,5 \text{ mm} - \frac{0,85 \times 132,15 \text{ mm}}{2} \right) \\
 &= 440.349.607,24 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Cek momen nominal tulangan lentur rangkap

Syarat :

$$M_{ns} > 0 \rightarrow \text{maka perlu tulangan lentur tekan}$$

$$M_{ns} \leq 0 \rightarrow \text{maka tidak perlu tulangan lentur tekan}$$

$$\begin{aligned}
 M_{ns} &= M_n - M_{nc} \\
 &= 150.629.584,25 \text{ Nmm} - 440.349.607,24 \text{ Nmm} \\
 &= - 298.720.022,99 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Maka,  $M_{ns} > 0$  /  $M_{ns} \leq 0$

$M_{ns} = - 298.720.022,99 \text{ Nmm} \leq 0$  (**tidak perlu tulangan lentur tekan**)

Sehingga untuk analisis selanjutnya digunakan perhitungan penulangan lentur tunggal.

### ⇒ **Perencanaan Tulangan Lentur Tunggal**

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} \\ &= \frac{400 \text{ N/mm}^2}{0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2} \\ &= 15,69 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.3.5)**

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400 \text{ N/mm}^2} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.5.1)**

$$\begin{aligned} \rho_{\text{balance}} &= 0,85 \times \beta_1 \times \left( \frac{f_c'}{f_y} \right) \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= 0,85 \times 0,85 \times \left( \frac{30 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2} \right) \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,032 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 8.4.3)**

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_{\text{balance}} \\ &= 0,75 \times 0,032 \\ &= 0,024 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 49 pers. 3.6.1)**

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{Mn}{b \times d^2} \\ &= \frac{150.629.584,25 \text{ Nmm}}{400 \text{ mm} \times (440,5 \text{ mm})^2} \\ &= 1,94 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,67} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,67 \times 1,94 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2}} \right) \\ &= 0,005 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)**

Syarat :

$$\rho_{\min} \leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\max}$$

$$0,0035 \leq 0,005 \leq 0,024 \quad \rightarrow \text{memenuhi}$$

Maka, digunakan  $\rho_{\text{perlu}} = 0,005$

Luasan tulangan lentur tarik pakai

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{perlu}} \times b \times d \\ &= 0,005 \times 400 \times 440,5 \\ &= 890,15 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tarik pakai (sisi atas)

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_s \text{ perlu}}{A_s \text{ tulangan pakai}} \\ &= \frac{890,15 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19)^2} \end{aligned}$$

$$= 3,14 \text{ buah} \approx \text{dipakai 4 buah}$$

Luasan tulangan lentur tarik (pasang sisi atas)

$$\begin{aligned} \text{As pasang} &= n \text{ pasang} \times \text{luasan D lentur} \\ &= 4 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\ &= 1.133,54 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol :

As pasang > As perlu

$$1.133,54 \text{ mm}^2 > 890,15 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \text{memenuhi}$$

Luasan tulangan perlu lentur ditambah luasan tambahan puntir longitudinal untuk lentur :

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \text{As} + \frac{A_l}{4} \\ &= 890,15 \text{ mm}^2 + 200,58 \text{ mm}^2 \\ &= 1.090,73 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tarik pakai setelah ditambah luasan tambahan puntir (sisi atas)

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{As perlu}}{\text{As tulangan pakai}} \\ &= \frac{1.090,73 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2} \\ &= 3,85 \text{ buah} \approx \text{dipakai 4 buah} \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tarik setelah ditambah luasan tambahan puntir (pasang sisi atas)

$$\begin{aligned} \text{As pasang} &= n \text{ pasang} \times \text{luasan D lentur} \\ &= 4 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\ &= 1.133,54 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$



Kontrol :

As pasang > As perlu

$$1.133,54 \text{ mm}^2 > 1.090,73 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{memenuhi}$$

Luasan tulangan perlu lentur ditambah luasan tambahan puntir longitudinal untuk lentur :

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= A_s + \frac{A_t}{4} \\ &= 0 \text{ mm}^2 + 200,58 \text{ mm}^2 \\ &= 200,58 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tekan pakai (sisi bawah)

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_s \text{ perlu}}{A_s \text{ tulangan pakai}} \\ &= \frac{200,58 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2} \\ &= 0,71 \text{ buah} \approx \text{dipakai 2 buah} \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tekan pasang (sisi bawah)

$$\begin{aligned} \text{As pasang} &= n \text{ pasang} \times \text{luas D lentur} \\ &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\ &= 566,77 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol :

As pasang > As perlu

$$566,77 \text{ mm}^2 > 200,58 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{memenuhi}$$

Kontrol jarak spasi tulangan tarik

Syarat :

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{sejajar}} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun 1 lapis}$$

$$S_{\text{maks}} \leq S_{\text{sejajar}} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun lebih dari 1 lapis}$$

*Direncanakan dipakai tulangan tarik 1 lapis 4D19 dan tulangan tekan 1 lapis 2D19*

### **Kontrol Tulangan Tarik**

$$\begin{aligned} S_{\text{maks}} &= \frac{b - (2 \times t_{\text{decking}}) - (2 \times \phi_{\text{geser}}) - (\text{jumlah tul. } \times D_{\text{lentur}})}{\text{jumlah tulangan} - 1} \\ &= \frac{300 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (2 \times 19 \text{ mm})}{2 - 1} \\ &= 71,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{syarat sejajar}}$$

71,5 mm  $\geq$  25 mm (**dipakai tulangan 1 lapis**)

### **Kontrol Tulangan Tekan**

$$\begin{aligned} S_{\text{maks}} &= \frac{b - (2 \times t_{\text{decking}}) - (2 \times \phi_{\text{geser}}) - (\text{jumlah tul. } \times D_{\text{lentur}})}{\text{jumlah tulangan} - 1} \\ &= \frac{400 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (2 \times 19 \text{ mm})}{2 - 1} \\ &= 262 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{syarat sejajar}}$$

262 mm  $\geq$  25 mm (**dipakai tulangan 1 lapis**)

Maka, dipakai tulangan lentur balok melintang BY1 (40/50) AS G 1 – 2 frame 100 untuk daerah lapangan :

- Tulangan lentur tarik susun 1 lapis  
Lapis 1 = 4D19
- Tulangan lentur tekan susun 1 lapis  
Lapis 1 = 2D19

### Cek syarat SRPMM untuk kekuatan lentur pada balok

Kekuatan momen positif pada muka joint tidak boleh kurang dari sepertiga kekuatan momen negatif yang disediakan pada muka joint. Baik kekuatan momen negatif atau positif pada sembarang penampang sepanjang panjang balok tidak boleh kurang dari seperlima kekuatan momen maksimum yang disediakan pada muka salah satu joint.

$$M \text{ lentur lapangan ( + ) } \geq \frac{1}{3} \times M \text{ lentur lapangan ( - )}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 21.3.4.1)**

Maka berdasarkan pengecekan ini dilakukan dengan meninjau tulangan pasang.

$$\begin{aligned} \text{As pasang} &= 4D19 \\ &= 4 \times 0,25 \times 3,14 \times 19^2 \\ &= 1.133,54 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As' pasang} &= 2D19 \\ &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times 19^2 \\ &= 566,77 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$M \text{ lentur lapangan ( + ) } \geq \frac{1}{3} \times M \text{ lentur lapangan ( - )}$$

$$\begin{aligned} 566,77 \text{ mm}^2 &> \frac{1}{3} \times 1.133,54 \text{ mm}^2 \\ 566,77 \text{ mm}^2 &> 377,85 \text{ mm}^2 \text{ (**memenuhi**)} \end{aligned}$$

Jadi, pada daerah tumpuan kanan, dipasang tulangan :

$$\text{Tulangan tarik} = 4D19$$

$$\text{Tulangan tekan} = 2D19$$

Kontrol kemampuan penampang :

As pakai tulangan tarik 4D19 = 1.133,54 mm<sup>2</sup>

As pakai tulangan tekan 2D19 = 566,77 mm<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{As \times fy}{0,85 \times fc' \times b} \\
 &= \frac{(1.133,54 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2) - (566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2)}{0,85 \times 30 \times 400} \\
 &= 22,23 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Gaya tekan beton :

$$\begin{aligned}
 Cc' &= 0,85 \times fc' \times b \times a \\
 &= 0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 400 \text{ mm} \times 22,23 \text{ mm} \\
 &= 226.708 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Cs' &= As' \text{ pasang} \times fy \\
 &= 566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 226.708 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mn_{\text{pasang}} &= Cc' \times \left(d - \frac{a}{2}\right) + Cs' \times (d - d') \\
 &= 226.708 \text{ N} \times \left(440,5 \text{ mm} - \frac{22,23 \text{ mm}}{2}\right) + \\
 &226.708 \text{ N} \times (440,5 \text{ mm} - 59,5 \text{ mm}) \\
 &= 183.721.184,88 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Maka,  $Mn_{\text{pasang}} > Mn_{\text{perlu}}$

183.721.184,88 Nmm > 150.629.584,25 Nmm (**memenuhi**)

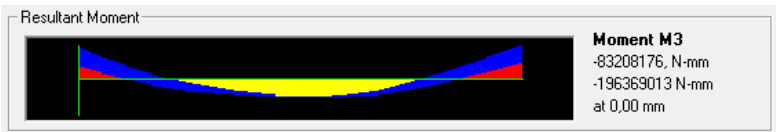
Jadi, penulangan lentur untuk balokn melintang BY1 (40/50)  
AS G 1 – 2 frame 100 pada daerah lapangan dipakai

tulangan tarik 4D19 dan tulangan tekan minimum 2D19 dengan susunan sebagai berikut :

- Tulangan tarik 1 lapis  
Lapis 1 : 4D19
- Tulangan tekan minimum 1 lapis  
Lapis 1 : 2D19

### ➤ DAERAH TUMPUAN KIRI

Diambil momen yang terbesar, akibat dari kombinasi :



$$1,2D + 1,0L + 0,3EX + 1,0EY$$

$$Mu_{tumpuan} = 196.369.013,00 \text{ Nmm}$$

### Momen lentur nominal ( $M_n$ )

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{Mu_{tumpuan}}{\phi} \\ &= \frac{196.369.013,00 \text{ Nmm}}{0,8} \\ &= 245.461.266,25 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

### Garis netral dalam kondisi balance

$$\begin{aligned} X_b &= \frac{600}{600 + f_y} \times d \\ &= \frac{600}{600 + 400} \times 440,5 \text{ mm} \\ &= 264,30 \text{ mm} \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 10.2.2)

### Garis netral maksimum

$$X_{\max} = 0,75 \times X_{\text{balance}}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,75 \times 264,30 \text{ mm} \\
 &= 198,22 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

#### Garis netral minimum

$$\begin{aligned}
 X_{\min} &= d' \\
 &= 59,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

#### Garis netral rencana (asumsi)

$$\begin{aligned}
 X_{\text{rencana}} &= 0,5 X_b \\
 &= 0,5 \cdot 264,3 \text{ mm} \\
 &= 132,15 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

#### Komponen beton tertekan

$$\begin{aligned}
 Cc' &= 0,85 \times f_c' \times b \times \beta_1 \times X_{\text{rencana}} \\
 &= 0,85 \times 30 \times 400 \text{ mm} \times 0,85 \times 132,15 \text{ mm} \\
 &= 1.145.740,5 \text{ N}
 \end{aligned}$$

#### Luas tulangan lentur gaya tarik tulangan lentur tunggal

$$\begin{aligned}
 Asc &= \frac{0,85 \times f_c' \times b \times \beta_1 \times X_{\text{rencana}}}{f_y} \\
 &= \frac{0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 400 \text{ mm} \times 0,85 \times 132,15 \text{ mm}}{400 \text{ N/mm}^2} \\
 &= 2.864,35 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

#### Momen nominal tulangan lentur tunggal

$$\begin{aligned}
 M_{nc} &= Asc \times f_y \times \left( d - \frac{\beta_1 \cdot X_{\text{rencana}}}{2} \right) \\
 &= 2.864,35 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \times \left( 440,5 \text{ mm} - \frac{0,85 \times 132,15 \text{ mm}}{2} \right) \\
 &= 440.349.607,24 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Cek momen nominal tulangan lentur rangkap

Syarat :

$$M_{ns} > 0 \quad \rightarrow \text{maka perlu tulangan lentur tekan}$$

$$M_{ns} \leq 0 \quad \rightarrow \text{maka tidak perlu tulangan lentur tekan}$$

$$\begin{aligned} M_{ns} &= M_n - M_{nc} \\ &= 245.461.266,25 \text{ Nmm} - 440.349.607,24 \text{ Nmm} \\ &= -194.888.340,99 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Maka,  $M_{ns} > 0$  /  $M_{ns} \leq 0$ 

$M_{ns} = -194.888.340,99 \text{ Nmm} \leq 0$  (**tidak perlu tulangan lentur tekan**)

Sehingga untuk analisis selanjutnya digunakan perhitungan penulangan lentur tunggal.

**⇒ Perencanaan Tulangan Lentur Tunggal**

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} \\ &= \frac{400 \text{ N/mm}^2}{0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2} \\ &= 15,69 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.3.5)**

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400 \text{ N/mm}^2} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.5.1)**

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{balance}} &= 0,85 \times \beta_1 \times \left( \frac{f_c'}{f_y} \right) \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= 0,85 \times 0,85 \times \left( \frac{30 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2} \right) \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right) \\
 &= 0,032
 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 8.4.3)**

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{max}} &= 0,75 \times \rho_{\text{balance}} \\
 &= 0,75 \times 0,032 \\
 &= 0,024
 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 49 pers. 3.6.1)**

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\
 &= \frac{245.461.266,25 \text{ Nmm}}{400 \text{ mm} \times (440,5 \text{ mm})^2} \\
 &= 3,16 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{15,69} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 3,16 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2}} \right) \\
 &= 0,0085
 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)**

Syarat :

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{min}} &\leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\text{max}} \\
 0,0035 &\leq 0,0085 \leq 0,0244 \rightarrow \text{memenuhi} \\
 \text{Maka, digunakan } \rho_{\text{perlu}} &= 0,0085
 \end{aligned}$$



Luasan tulangan lentur tarik pakai

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho_{\text{perlu}} \times b \times d \\
 &= 0,0085 \times 400 \times 440,5 \\
 &= 1.492,2 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tarik pakai (sisi atas)

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{A_s \text{ perlu}}{A_s \text{ tulangan pakai}} \\
 &= \frac{1.492,2 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19)^2} \\
 &= 5,26 \text{ buah} \approx \text{dipakai 6 buah}
 \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tarik (pasang sisi atas)

$$\begin{aligned}
 A_s \text{ pasang} &= n \text{ pasang} \times \text{luasan D lentur} \\
 &= 6 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\
 &= 1700,31 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol :

$$\begin{aligned}
 A_s \text{ pasang} &> A_s \text{ perlu} \\
 1700,31 \text{ mm}^2 &> 1.492,20 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \text{memenuhi}
 \end{aligned}$$

Luasan tulangan perlu lentur ditambah luasan tambahan puntir longitudinal untuk lentur :

$$\begin{aligned}
 A_s \text{ perlu} &= A_s + \frac{A_t}{4} \\
 &= 1.492,20 \text{ mm}^2 + 200,58 \text{ mm}^2 \\
 &= 1.692,78 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tarik pakai setelah ditambah luasan tambahan puntir (sisi atas)

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{A_s \text{ tulangan pakai}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1.692,78 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2} \\
 &= 5,97 \text{ buah} \approx \text{dipakai 7 buah}
 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan dipakai 7 karena disamakan pada daerah tumpuan kiri untuk mempermudah pemasangan.

Luasan tulangan lentur tarik setelah ditambah luasan tambahan puntir (pasang sisi atas)

$$\begin{aligned}
 \text{As pasang} &= n \text{ pasang} \times \text{luasan D lentur} \\
 &= 7 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\
 &= 1.983,69 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol :

As pasang > As perlu

$$1.983,69 \text{ mm}^2 > 1.692,78 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \text{memenuhi}$$

Luasan tulangan perlu lentur ditambah luasan tambahan puntir longitudinal untuk lentur :

$$\begin{aligned}
 \text{As perlu} &= \text{As} + \frac{A_l}{4} \\
 &= 0 \text{ mm}^2 + 200,58 \text{ mm}^2 \\
 &= 200,58 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tekan pakai (sisi bawah)

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{\text{As perlu}}{\text{As tulangan pakai}} \\
 &= \frac{200,58 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2} \\
 &= 0,71 \text{ buah} \approx \text{dipakai 3 buah}
 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan dipakai 3 karena untuk menyamakan pada daerah tumpuan kiri untuk mempermudah pemasangan.

Luasan tulangan lentur tekan pasang (sisi bawah)

$$\begin{aligned}
 \text{As pasang} &= n \text{ pasang} \times \text{luas D lentur} \\
 &= 3 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\
 &= 850,15 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol :

As pasang > As perlu

$$850,15 \text{ mm}^2 > 200,58 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{memenuhi}$$

Kontrol jarak spasi tulangan tarik

Syarat :

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{sejajar}} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun 1 lapis}$$

$$S_{\text{maks}} \leq S_{\text{sejajar}} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun lebih dari 1 lapis}$$

*Direncanakan dipakai tulangan :*

*tarik 2 lapis, lapis ke 1 5D19, lapis ke 2 2D19*

*tekan 1 lapis 3D19*

Kontrol Tulangan Tarik

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &= \frac{b - (2 \times t_{\text{decking}}) - (2 \times \phi_{\text{geser}}) - (\text{jumlah tul.} \times D_{\text{lentur}})}{\text{jumlah tulangan} - 1} \\
 &= \frac{400 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (5 \times 19 \text{ mm})}{5 - 1} \\
 &= 51,25 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{syarat sejajar}}$$

$$41,333 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm} \text{ (dipakai tulangan 1 lapis)}$$

Kontrol Tulangan Tekan

$$S_{\text{maks}} = \frac{b - (2 \times t_{\text{decking}}) - (2 \times \phi_{\text{geser}}) - (\text{jumlah tul.} \times D_{\text{lentur}})}{\text{jumlah tulangan} - 1}$$

$$= \frac{400 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (3 \times 19 \text{ mm})}{3 - 1}$$

$$= 121,5 \text{ mm}$$

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{syarat sejajar}}$$

$$262 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm} \text{ (**dipakai tulangan 1 lapis**)}$$

Maka, dipakai tulangan lentur balok melintang BY1 (40/50)  
AS G 1 – 2 frame 100 untuk daerah tumpuan :

- Tulangan lentur tarik susun 2 lapis  
Lapis 1 = 5D19  
Lapis 2 = 2D19
- Tulangan lentur tekan susun 1 lapis  
Lapis 1 = 3D19

### **Cek syarat SRPMM untuk kekuatan lentur pada balok**

Kekuatan momen positif pada muka joint tidak boleh kurang dari sepertiga kekuatan momen negatif yang disediakan pada muka joint. Baik kekuatan momen negatif atau positif pada sembarang penampang sepanjang panjang balok tidak boleh kurang dari seperlima kekuatan momen maksimum yang disediakan pada muka salah satu joint.

$$M \text{ lentur tumpuan ( + ) } > \frac{1}{3} \times M \text{ lentur tumpuan ( - ) }$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 21.3.4.1)**

Maka berdasarkan pengecekan ini dilakukan dengan meninjau tulangan pasang.

$$\begin{aligned} \text{As pasang} &= 7\text{D}19 \\ &= 7 \times 0,25 \times 3,14 \times 19^2 \\ &= 1.983,69 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_s' \text{ pasang} &= 3D19 \\
 &= 3 \times 0,25 \times 3,14 \times 19^2 \\
 &= 850,15 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M \text{ lentur tumpuan (+)} &> \frac{1}{3} \times M \text{ lentur tumpuan (-)} \\
 850,15 \text{ mm}^2 &\geq \frac{1}{3} \times 1983,69 \text{ mm}^2 \\
 850,15 \text{ mm}^2 &\geq 661,23 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Jadi, pada daerah tumpuan kiri, dipasang tulangan :

$$\text{Tulangan tarik} = 7D19$$

$$\text{Tulangan tekan} = 3D19$$

Kontrol kemampuan penampang :

$$\text{As pakai tulangan tarik} \quad 7D19 = 1983,69 \text{ mm}^2$$

$$\text{As pakai tulangan tekan} \quad 3D19 = 850,15 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} \\
 &= \frac{(1983,69 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2) - (850,15 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2)}{0,85 \times 30 \times 400} \\
 &= 44,45 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Gaya tekan beton :

$$C_c' = 0,85 \times f_c' \times b \times a$$

$$= 0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 400 \text{ mm} \times 44,45 \text{ mm}$$

$$= 453.416 \text{ N}$$

$$C_s' = A_s' \text{ pasang} \times f_y$$

$$= 850,15 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2$$

$$= 340.062 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
 M_{n_{pasang}} &= Cc' \times \left(d - \frac{a}{2}\right) + Cs' \times (d - d') \\
 &= 453.416 \text{ N} \times \left(440,5 \text{ mm} - \frac{44,45 \text{ mm}}{2}\right) + \\
 &340.062 \text{ N} \times (440,5 \text{ mm} - 59,5 \text{ mm}) \\
 &= 319.215.621,52 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Maka,  $M_{n_{pasang}} > M_{n_{perlu}}$

$319.215.621,52 \text{ Nmm} > 245.461.266,25 \text{ Nmm}$  (**memenuhi**)

Jadi, penulangan lentur untuk balok melintang BY1 (40/50) AS G 1 – 2 frame 100 pada daerah tumpuan kiri dipakai tulangan tarik 7 D19 dan tulangan tekan minimum 3D19 dengan susunan sebagai berikut :

- Tulangan tarik 2 lapis  
     Lapis 1 : 5D19  
     Lapis 2 : 2D19
- Tulangan tekan minimum 1 lapis  
     Lapis 1 : 3D19

### c. Perhitungan Penulangan Geser

Dengan data balok sebagai berikut :

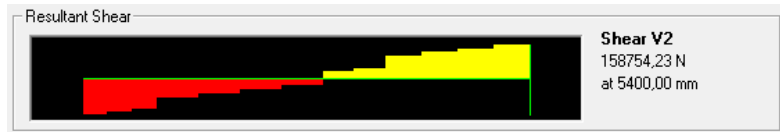
$f_c'$	= 30 MPa
$f_y$	= 320 MPa
$\beta_1$	= 0,85
$\Phi$ reduksi	= 0,75

**(SNI 2847:2013 Pasal 9.3.2.3)**

Lebar balok (b)	= 400 mm
Tinggi balok (h)	= 500 mm
Ø tulangan sengkang	= 10 mm
Ø tulangan geser	= 10 mm

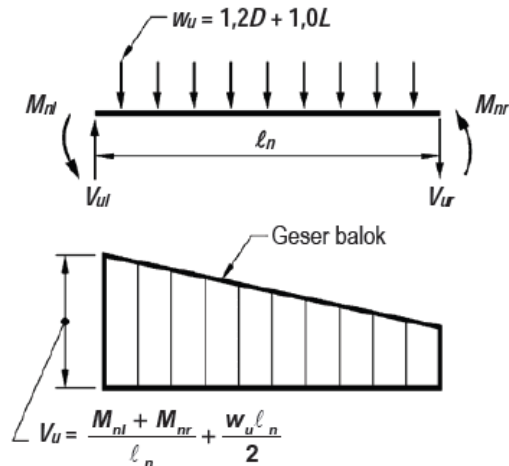
### Hasil Output Diagram Gaya Geser dari SAP

Berdasarkan hasil output dan diagram gaya dalam akibat kombinasi 1,2D + 1,0L dari analisa SAP 2000 didapatkan :



Gaya geser terfaktor  $V_u = 158.754,23 \text{ N}$

Berdasarkan perhitungan tulangan lentur pada BY1 (40/50), didapat :



Gambar 4. 29 Perencanaan Geser Untuk Balok SRPMM

### Momen Nominal Kiri

Momen nominal kiri diperoleh dari hasil perhitungan tulangan lentur tumpuan kiri dengan luasan tulangan sebagai berikut :

As pakai tulangan tarik  $7D19 = 1983,69 \text{ mm}^2$

As pakai tulangan tekan  $3D19 = 850,15 \text{ mm}^2$

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} \\
 &= \frac{(1983,69 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2) - (850,15 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2)}{0,85 \times 30 \times 400} \\
 &= 44,45 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Gaya tekan beton :

$$\begin{aligned}
 Cc' &= 0,85 \times f_c' \times b \times a \\
 &= 0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 400 \text{ mm} \times 44,45 \text{ mm} \\
 &= 453.416 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Cs' &= A_s' \text{ pasang} \times f_y \\
 &= 850,15 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 340.062 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mn_{\text{pasang}} &= Cc' \times \left(d - \frac{a}{2}\right) + Cs' \times (d - d') \\
 &= 453.416 \text{ N} \times \left(440,5 \text{ mm} - \frac{44,45 \text{ mm}}{2}\right) + \\
 &340.062 \text{ N} \times (440,5 \text{ mm} - 59,5 \text{ mm}) \\
 &= 319.215.621,52 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

### **Momen Nominal Kanan**

Momen nominal kanan diperoleh dari hasil perhitungan tulangan lentur tumpuan kanan dengan luasan tulangan sebagai berikut :

$$\text{As pakai tulangan tarik} \quad 7D19 = 1983,69 \text{ mm}^2$$

$$\text{As pakai tulangan tekan} \quad 3D19 = 850,15 \text{ mm}^2$$



$$\begin{aligned}
 a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} \\
 &= \frac{(1983,69 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2) - (850,15 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2)}{0,85 \times 30 \times 400} \\
 &= 44,45 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Gaya tekan beton :

$$\begin{aligned}
 Cc' &= 0,85 \times f_c' \times b \times a \\
 &= 0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 400 \text{ mm} \times 44,45 \text{ mm} \\
 &= 453.416 \text{ N}
 \end{aligned}$$

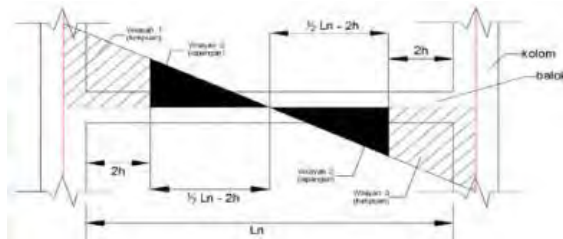
$$\begin{aligned}
 Cs' &= A_s' \text{ pasang} \times f_y \\
 &= 850,15 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 340.062 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mn_{\text{pasang}} &= Cc' \times \left(d - \frac{a}{2}\right) + Cs' \times (d - d') \\
 &= 453.416 \text{ N} \times \left(440,5 \text{ mm} - \frac{44,45 \text{ mm}}{2}\right) + \\
 &340.062 \text{ N} \times (440,5 \text{ mm} - 59,5 \text{ mm}) \\
 &= 319.215.621,52 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Pembagian wilayah geser balok

Wilayah balok dibagi menjadi 2 wilayah, yaitu :

1. Wilayah 1 dan 3 daerah tumpuan sejarak dua kali tinggi balok dari muka kolom ke arah tengah bentang.
2. Wilayah 2 daerah lapangan dimulai dari akhir wilayah tumpuan sampai ke tengah bentang balok.



### 1. Pada wilayah 1 dan 3 (Daerah tumpuan)

Berdasarkan hasil output dan diagram gaya dalam akibat kombinasi 1,2D + 1,0L dari analisa SAP 2000 didapatkan :



Gaya geser terfaktor  $V_u = 158.754,23 \text{ N}$   
(dimana  $V_u$  diambil tepat pada muka kolom)

Gaya geser pada ujung perletakan diperoleh dari :

$$V_{u1} = \frac{Mn_1 + Mnr}{Ln} + \frac{Wu \times Ln}{2}$$

$$V_{u1} = \frac{Mn_1 + Mnr}{Ln} + V_u$$

Dimana :

$V_{u1}$  = Gaya geser pada muka perletakan

$Mn_1$  = Momen nominal aktual balok daerah tumpuan (kiri)

$Mnr$  = Momen nominal aktual balok daerah tumpuan (kanan)

$Ln$  = Panjang balok bersih

$$\begin{aligned}
 V_{u1} &= \frac{Mn_1 + Mn_r}{Ln} + Vu \text{ tumpuan} \\
 &= \frac{319.215.621,52 \text{ Nmm} + 319.215.621,52 \text{ Nmm}}{5400 \text{ mm}} + \\
 &158.754,23 \text{ N} \\
 &= 277.380,69 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Syarat kuat tekan beton ( $f_c'$ )

Nilai  $\sqrt{f_c'}$  yang digunakan tidak boleh melebihi 8,3 MPa.

**(SNI 2847:2013 Pasal 11.1.2)**

$$\begin{aligned}
 \sqrt{f_c'} &\leq 8,3 \text{ MPa} \\
 \sqrt{30} &\leq 8,3 \text{ MPa} \\
 5,48 \text{ MPa} &\leq 8,3 \text{ MPa} \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Kuat geser beton

$$\begin{aligned}
 V_c &= \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \\
 &= \frac{1}{6} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm} \\
 &= 160.847,86 \text{ N} \\
 &\quad \textbf{(SNI 2847:2013 Pasal 11.2.1.1)}
 \end{aligned}$$

Kuat geser tulangan geser

$$\begin{aligned}
 V_{s_{\min}} &= \frac{1}{3} \times b \times d \\
 &= \frac{1}{3} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm} \\
 &= 58.733,33 \text{ N} \\
 V_{s_{\max}} &= \frac{1}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \\
 &= \frac{1}{3} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$= 321.695,71 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} 2V_{s_{\max}} &= \frac{2}{3} \times \sqrt{f'c'} \times b \times d \\ &= \frac{2}{3} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm} \\ &= 643.391,43 \text{ N} \end{aligned}$$

### Cek Kondisi :

#### Kondisi 1

$$V_u \leq 0,5 \times \emptyset \times V_c \quad \rightarrow \text{Tidak perlu tulangan geser}$$

$$277.380,69 \text{ N} \leq 60.317,95 \text{ N} \quad \textbf{(tidak memenuhi)}$$

#### Kondisi 2

$$0,5 \times \emptyset \times V_c \leq V_u \leq \emptyset \times V_c \quad \rightarrow \text{Tulangan geser minimum}$$

$$60.317,95 \text{ N} \leq 277.380,69 \text{ N} \leq 120.635,89 \text{ N} \quad \textbf{(tidak memenuhi)}$$

#### Kondisi 3

$$\emptyset \times V_c \leq V_u \leq \emptyset (V_c + V_{s_{\min}}) \quad \rightarrow \text{Tulangan geser minimum}$$

$$120.635,89 \text{ N} \leq 277.380,69 \text{ N} \leq 164.685,89 \text{ N} \quad \textbf{(tidak memenuhi)}$$

#### Kondisi 4

$$\emptyset (V_c + V_{s_{\min}}) \leq V_u \leq \emptyset (V_c + V_{s_{\max}}) \quad \rightarrow \text{Tulangan geser}$$

$$164.685,89 \text{ N} \leq 277.380,69 \text{ N} \leq 361.907,68 \text{ N} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Maka perencanaan penulangan geser balok diambil berdasarkan kondisi 4.

$$V_{s_{\text{perlu}}} = \frac{V_u - \emptyset V_c}{\emptyset}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{277.380,69 \text{ N} - (0,75 \times 160.847,86 \text{ N})}{0,75} \\
 &= 208.993,01 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Direncanakan menggunakan tulangan geser Ø10 mm dengan sengkang 2 kaki, maka luasan tulangan geser :

$$\begin{aligned}
 A_v \text{ perlu} &= (0,25 \times 3,14 \times d^2) \times n \text{ kaki} \\
 &= (0,25 \times 3,14 \times (10 \text{ mm})^2) \times 2 \\
 &= 157 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Jarak tulangan geser perlu (S perlu)

$$\begin{aligned}
 S_{\text{perlu}} &= \frac{A_v \times f_{yv} \times d}{V_{s_{\text{perlu}}}} \\
 &= \frac{157 \text{ mm}^2 \times 320 \text{ N/mm}^2 \times 440,5 \text{ mm}}{208.993,01 \text{ N}} \\
 &= 105,89 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka dipasang tulangan geser dengan jarak 100 mm

Kontrol jarak spasi tulangan geser

$$\begin{aligned}
 S_{\text{max}} &\leq \frac{d}{2} \\
 100 \text{ mm} &\leq \frac{440,5 \text{ mm}}{2} \\
 100 \text{ mm} &\leq 220,25 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_{\text{max}} &\leq 600 \text{ mm} \\
 100 \text{ mm} &\leq 600 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Sehingga dipakai tulangan geser Ø10 - 100 mm

### Cek Persyaratan SRPMM Untuk Kekuatan Geser Balok

Pada kedua ujung balok, sengkang harus disediakan sepanjang panjang tidak kurang dari  $2h$  diukur dari muka komponen struktur penumpu ke arah tengah bentang. Sengkang pertama harus ditempatkan tidak lebih dari 50 mm dari muka komponen struktur penumpu. Spasi sengkang tidak boleh melebihi yang terkecil dari (a), (b), (c), dan (d).

- $\frac{d}{4}$ ;
- Delapan kali diameter batang tulangan longitudinal terkecil yang dilingkupi;
- 24 kali diameter batang tulangan sengkang;
- 300 mm.

(SNI 2847:2013 Pasal 21.3.4.2)

- $$S_{\text{pakai}} \leq \frac{d}{4}$$

$$100 \text{ mm} \leq \frac{340,5 \text{ mm}}{4}$$

$$100 \text{ mm} \leq 110,125 \text{ mm} \quad \text{(memenuhi)}$$
- $$S_{\text{pakai}} \leq 8 \times D_{\text{lentur}}$$

$$100 \text{ mm} \leq 8 \times 19 \text{ mm}$$

$$100 \text{ mm} \leq 152 \text{ mm} \quad \text{(memenuhi)}$$
- $$S_{\text{pakai}} \leq 24 \times D_{\text{sengkang}}$$

$$100 \text{ mm} \leq 24 \times 10 \text{ mm}$$

$$100 \text{ mm} \leq 240 \text{ mm} \quad \text{(memenuhi)}$$
- $$S_{\text{pakai}} \leq 300 \text{ mm}$$

$$100 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm} \quad \text{(memenuhi)}$$

Kontrol syarat penulangan geser tidak memenuhi, sehingga dipasang Ø10 - 100 mm dengan sengkang 2 kaki.

2. Pada wilayah 2 (Daerah lapangan)

Gaya geser pada wilayah 2 diperoleh dengan menggunakan metode perbandingan segitiga, dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\frac{Vu_2}{\frac{1}{2}ln - 2h} &= \frac{Vu_1}{\frac{1}{2}ln} \\ Vu_2 &= \frac{Vu_1 \times \left(\frac{1}{2}ln - 2h\right)}{\frac{1}{2}ln} \\ &= \frac{277.380,69 \text{ N} \times \left(\frac{1}{2} \times 5400 \text{ mm} - 2 \times 500 \text{ mm}\right)}{\frac{1}{2} \times 5400 \text{ mm}} \\ &= 174.647,1 \text{ N}\end{aligned}$$

Syarat kuat tekan beton ( $f_c'$ )

Nilai  $\sqrt{f_c'}$  yang digunakan tidak boleh melebihi 8,3 MPa.

**(SNI 2847:2013 Pasal 11.1.2)**

$$\sqrt{f_c'} \leq 8,3 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{30} \leq 8,3 \text{ MPa}$$

$$5,48 \text{ MPa} \leq 8,3 \text{ MPa} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Kuat geser beton

$$\begin{aligned}V_c &= \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \\ &= \frac{1}{6} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm} \\ &= 160.847,86 \text{ N}\end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 11.2.1.1)**

Kuat geser tulangan geser

$$\begin{aligned}
 V_{S_{\min}} &= \frac{1}{3} \times b \times d \\
 &= \frac{1}{3} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm} \\
 &= 58.733,33 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{S_{\max}} &= \frac{1}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \\
 &= \frac{1}{3} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm} \\
 &= 321.695,71 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2V_{S_{\max}} &= \frac{2}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \\
 &= \frac{2}{3} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm} \\
 &= 643.391,43 \text{ N}
 \end{aligned}$$

**Cek Kondisi :**Kondisi 1

$$\begin{aligned}
 V_u \leq 0,5 \times \emptyset \times V_c &\quad \rightarrow \text{Tidak perlu tulangan geser} \\
 174.647,1 \text{ N} \leq 60.317,95 \text{ N} &\quad \textbf{(tidak memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Kondisi 2

$$\begin{aligned}
 0,5 \times \emptyset \times V_c \leq V_u \leq \emptyset \times V_c &\quad \rightarrow \text{Tulangan geser minimum} \\
 60.317,95 \text{ N} \leq 174.647,1 \text{ N} \leq 120.635,89 \text{ N} &\quad \textbf{(tidak memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Kondisi 3

$$\begin{aligned}
 \emptyset \times V_c \leq V_u \leq \emptyset (V_c + V_{S_{\min}}) &\quad \rightarrow \text{Tulangan geser minimum} \\
 120.635,89 \text{ N} \leq 174.647,1 \text{ N} \leq 164.685,89 \text{ N} &\quad \textbf{(tidak memenuhi)}
 \end{aligned}$$



Kondisi 4

$$\emptyset (V_c + V_{s_{\min}}) \leq V_u \leq \emptyset (V_c + V_{s_{\max}}) \rightarrow \text{Tulangan geser}$$

$$164.685,89 \text{ N} \leq 174.647,1 \text{ N} \leq 361.907,68 \text{ N} \text{ (memenuhi)}$$

Maka perencanaan penulangan geser balok diambil berdasarkan kondisi 4.

$$V_{s_{\text{perlu}}} = \frac{V_u - \emptyset V_c}{\emptyset}$$

$$= \frac{174.647,1 \text{ N} - (0,75 \times 160.847,86 \text{ N})}{0,75}$$

$$= 72.014,95 \text{ N}$$

Direncanakan menggunakan tulangan geser Ø10 mm dengan sengkang 2 kaki, maka luasan tulangan geser :

$$A_v \text{ perlu} = (0,25 \times 3,14 \times d^2) \times n \text{ kaki}$$

$$= (0,25 \times 3,14 \times (10 \text{ mm})^2) \times 2$$

$$= 157 \text{ mm}^2$$

Jarak tulangan geser perlu (S perlu)

$$S_{\text{perlu}} = \frac{A_v \times f_{yv} \times d}{V_{s_{\text{perlu}}}}$$

$$= \frac{157 \text{ mm}^2 \times 320 \text{ N/mm}^2 \times 440,5 \text{ mm}}{72.014,95 \text{ N}}$$

$$= 307,31 \text{ mm}$$

Maka dipasang tulangan geser dengan jarak 100 mm

Kontrol jarak spasi tulangan geser

$$S_{\max} \leq \frac{d}{2}$$

$$100 \text{ mm} \leq \frac{440,5 \text{ mm}}{2}$$

$$100 \text{ mm} \leq 220,25 \text{ mm} \quad \text{(memenuhi)}$$

$$\begin{array}{lll} S_{\max} & \leq & 600 \text{ mm} \\ 100 \text{ mm} & \leq & 600 \text{ mm} \quad \text{(memenuhi)} \end{array}$$

Sehingga dipakai tulangan geser Ø10 - 100 mm

### **Cek Persyaratan SRPMM Untuk Kekuatan Geser Balok**

Pada kedua ujung balok, sengkang harus disediakan sepanjang panjang tidak kurang dari 2h diukur dari muka komponen struktur penumpu ke arah tengah bentang. Sengkang pertama harus ditempatkan tidak lebih dari 50 mm dari muka komponen struktur penumpu. Spasi sengkang tidak boleh melebihi yang terkecil dari (a), (b), (c), dan (d).

- $\frac{d}{4}$ ;
- Delapan kali diameter batang tulangan longitudinal terkecil yang dilingkupi;
- 24 kali diameter batang tulangan sengkang;
- 300 mm.

**(SNI 2847:2013 Pasal 21.3.4.2)**

$$\begin{array}{lll} \text{a. } S_{\text{pakai}} & \leq & \frac{d}{4} \\ 100 \text{ mm} & \leq & \frac{340,5 \text{ mm}}{4} \\ 100 \text{ mm} & \leq & 110,125 \text{ mm} \quad \text{(memenuhi)} \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{b. } S_{\text{pakai}} & \leq & 8 \times D_{\text{lentur}} \\ 100 \text{ mm} & \leq & 8 \times 19 \text{ mm} \\ 100 \text{ mm} & \leq & 152 \text{ mm} \quad \text{(memenuhi)} \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{c. } S_{\text{pakai}} & \leq & 24 \times D_{\text{sengkang}} \\ 100 \text{ mm} & \leq & 24 \times 10 \text{ mm} \\ 100 \text{ mm} & \leq & 240 \text{ mm} \quad \text{(memenuhi)} \end{array}$$

d.  $S_{pakai} \leq 300 \text{ mm}$

$100 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm}$  (memenuhi)

Kontrol syarat penulangan geser tidak memenuhi, sehingga dipasang  $\emptyset 10 - 100 \text{ mm}$  dengan sengkang 2 kaki.

*Jadi, penulangan geser pada balok melintang BY1 (40/50) AS G 1 – 2 frame 100 pada wilayah 1 dan 3 daerah tumpuan sepanjang 2h dari muka kolom kearah tengah bentang menggunakan tulangan  $\emptyset 10 - 100 \text{ mm}$  dengan sengkang 2 kaki dan pada wilayah 2 daerah lapangan sepanjang akhir wilayah satu sampai setengan bentang menggunakan tulangan  $\emptyset 10 - 100 \text{ mm}$  dengan sengkang 2 kaki.*

#### ➤ **Perhitungan Panjang Penyaluran Tulangan**

Gaya Tarik dan tekan yang dihitung pada tulangan disetiap penampang komponen struktur beton harus disalurkan pada masing-masing sisi penampang tersebut melalui panjang penanaman, kait, batang ulir berkepala (*headed deformed bar*) atau alat mekanis atau kombinasi darinya. Kait kepala (*heads*) tidak boleh digunakan untuk menyalurkan batang tulangan dalam kondisi tekan.

[SNI 2847:2013, Pasal 12.1.1]

#### **Penyaluran Tulangan Dalam Kondisi Tarik**

Panjang penyaluran untuk batang tulangan ulir dan kawat ulir dalam kondisi tarik,  $l_d$  harus ditentukan sesuai tabel dibawah ini atau dengan rumus seperti dibawah ini tetapi  $l_d$  tidak boleh kurang dari 300 mm.

[SNI 2847:2013, Pasal 12.2.1]

Tabel 4. 7 Panjang Penyaluran Batang Ulir dan Kawat Ulir

	Batang tulangan atau kawat ulir D-19 dan yang lebih kecil	Batang tulangan D-22 dan yang lebih besar
Spasi bersih batang tulangan atau kawat yang disalurkan atau disambung tidak kurang dari $d_b$ , selimut bersih tidak kurang dari $d_b$ , dan sengkang atau pengikat sepanjang $l_d$ tidak kurang dari minimum Tata Cara atau Spasi bersih batang tulangan atau kawat yang disalurkan atau disambung tidak kurang dari $2d_b$ dan selimut bersih tidak kurang dari $d_b$	$\left( \frac{f_y \psi_t \psi_e}{2,1\lambda \sqrt{f_c'}} \right) d_b$	$\left( \frac{f_y \psi_t \psi_e}{1,7\lambda \sqrt{f_c'}} \right) d_b$
Kasus-kasus lain	$\left( \frac{f_y \psi_t \psi_e}{1,4\lambda \sqrt{f_c'}} \right) d_b$	$\left( \frac{f_y \psi_t \psi_e}{1,1\lambda \sqrt{f_c'}} \right) d_b$

[SNI 2847:2013, Pasal 12.2.2]

$$l_d = \left( \frac{f_y}{1,1\lambda \sqrt{f_c'}} \times \frac{\psi_t \psi_e \psi_s}{\left( \frac{c_b + K_{tr}}{d_b} \right)} \right)$$

[SNI 2847:2013, Pasal 12.2.3]

Pada perhitungan penyaluran tulangan kondisi tarik menggunakan persamaan :

$$l_d = \left( \frac{f_y \times \psi_t \times \psi_e}{1,7\lambda \sqrt{f_c'}} \right) d_b$$

dimana nilai :

$$\lambda = 1$$

$$\psi_t = 1$$

$$\psi_e = 1,5$$

[SNI 03-2847-2013 Pasal 12.2.4]

$$l_d = \left( \frac{f_y \times \psi_t \times \psi_e}{1,7\lambda \sqrt{f_c'}} \right) d_b$$

$$l_d = \left( \frac{400 \times 1 \times 1,5}{1,7 \cdot 1 \cdot \sqrt{30}} \right) 19$$

$$l_d = 1224,32$$

Cek syarat :

$$l_d \geq 300 \text{ mm}$$

$$1224,32 \geq 300 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Reduksi panjang penyaluran

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{A_{spertu}}{A_{spasang}} \times l_d$$

**(SNI 2847:2013, Pasal 12.2.5)**

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{A_{spertu}}{A_{spasang}} \times l_d$$

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{1.846,82 \text{ mm}}{1.983,69 \text{ mm}} \times 1224,32 \text{ mm}$$

$$= 1139,84 \text{ mm} \approx 1500 \text{ mm}$$

maka panjang penyaluran tulangan dalam kondisi tarik 1500 mm.

### **Penyaluran Tulangan Berkait Dalam Kondisi Tarik**

$$l_{dh} = \left( \frac{0,24 \times \psi_e \times f_y}{\lambda \sqrt{f_c'}} \right) \times d_b$$

Dengan nilai :

$$\lambda = 1$$

$$\psi_e = 1$$

**[SNI 2847:2013, Pasal 12.5.2]**

$$l_{dh} = \left( \frac{0,24 \times \psi_e \times f_y}{\lambda \sqrt{f_c'}} \right) \times d_b$$

$$l_{dh} = \left( \frac{0,24 \times 1 \times 400}{1 \sqrt{30}} \right) \times 19$$

$$l_{dh} = 333,01 \text{ mm}$$

Cek syarat

$$l_{dh} > 8d_b$$

$$333,01 \text{ mm} > 152 \text{ mm} \quad \text{(memenuhi)}$$

$$l_{dh} > 150$$

$$333,01 \text{ mm} > 150 \text{ mm} \quad \text{(memenuhi)}$$

[SNI 2847:2013, Pasal 12.5.1]

Reduksi panjang penyaluran

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{A_{spertu}}{A_{spasang}} \times l_d$$

(SNI 2847:2013, Pasal 12.2.5)

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{A_{spertu}}{A_{spasang}} \times l_d$$

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{1.846,82 \text{ mm}}{1.983,69 \text{ mm}} \times 333,01 \text{ mm}$$

$$= 310,04 \text{ mm} \approx 350 \text{ mm}$$

maka panjang penyaluran tulangan berkait dalam kondisi tarik 350 mm.

### Penyaluran Tulangan Dalam Kondisi Tekan

Penyaluran tulangan untuk batang tulangan ulir atau kawat ulir diambil nilai  $l_{dc}$  terbesar dari dua rumus dibawah ini.

$$l_{dc} = \left( \frac{0,24 \times f_y}{\lambda \times \sqrt{f_c'}} \right) d_b$$

$$l_{dc} = (0,043 \times f_y) \times d_b$$

[SNI 2847:2013, Pasal 12.3.2]

$$l_{dc} = \left( \frac{0,24 \times fy}{\lambda \times \sqrt{fc'}} \right) d_b$$

$$l_{dc} = \left( \frac{0,24 \times 400 \text{ N/mm}^2}{1 \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2}} \right) 19 \text{ mm}$$

$$l_{dc} = 333,01 \text{ mm}$$

$$l_{dc} = (0,043 \times fy) \times d_b$$

$$l_{dc} = \left( 0,043 \times 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) \times 19 \text{ mm}$$

$$l_{dc} = 326,8 \text{ mm}$$

Dipilih yang terbesar, sehingga  $l_{dc} = 333,01 \text{ mm}$

Cek syarat:

$$l_{dc} \geq 200 \text{ mm}$$

$$333,01 \text{ mm} \geq 200 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Reduksi panjang penyaluran (tulangan lebih)

$$l_{dc \text{ reduksi}} = \frac{A_{s \text{ perlu}}}{A_{s \text{ pasang}}} \times l_{dc}$$

**(SNI 2847:2013, Pasal 12.3.3)**

$$l_d \text{ reduksi} = \frac{A_{s \text{ perlu}}}{A_{s \text{ pasang}}} \times l_d$$

$$l_d \text{ reduksi} = \frac{1.846,82 \text{ mm}}{1.983,69 \text{ mm}} \times 333,01 \text{ mm}$$

$$= 310,04 \text{ mm} \approx 350 \text{ mm}$$

maka panjang penyaluran tulangan dalam kondisi tekan 350 mm.

➤ **Kontrol Keadaan Retak Pada Beton**

Bila tegangan leleh rencana  $f_y$  untuk tulangan tarik melebihi 30 MPa, maka penampang dengan momen positif dan negative maksimum harus direncanakan sedemikian hingga nilai  $z$  yang diperoleh oleh

$$z = f_s^3 \sqrt{d_c \cdot A} < 25 \text{ Mpa}$$

tidak melebihi 30 MN/m untuk penampang di dalam ruangan dan 25 MN/m untuk penampang yang dipengaruhi cuaca luar. Nilai  $f_s$  boleh diambil dari 60 % nilai  $f_y$  yang disyaratkan

[SNI 03-2847-2002 pasal 12.6.4]

$$\begin{aligned} d_c &= \text{decking} + (0,5 \cdot D_{\text{lentur}}) \\ &= 40 + (0,5 \cdot 19) \\ &= 49,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{2 \times d_c \times b}{n} \\ A &= \frac{2 \times 51 \times 400}{7} \\ &= 5657,14 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_s &= 60\% \times 400 \\ &= 240 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z &= f_s^3 \sqrt{d_c \cdot A} \\ z &= 240^3 \sqrt{49,5 \cdot 5657,14} \\ z &= 15701,65 \text{ N/mm} \\ z &= 15,70165 \text{ MN/mm} < 30 \text{ MN/mm} \end{aligned}$$



Sebagai alternatif terhadap perhitungan nilai  $z$ , dapat dilakukan dengan perhitungan lebar retak yang diberikan sesuai dengan dibawah ini dengan nilai  $\omega < 0,4$ .

$$\omega = 11 \cdot 10^{-6} \beta f_y^3 \sqrt{d \cdot c \cdot A}$$

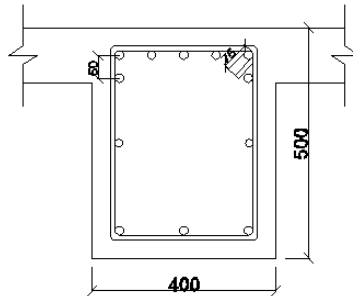
$$\omega = 11 \cdot 10^{-6} 0,85 \times 400^3 \sqrt{49,5 \cdot 5657,14}$$

$$\omega = 0,245 \text{ mm} < 0,4 \text{ mm} \quad \text{memenuhi}$$

### ➤ Gambar Detail Tulangan

Daerah tumpuan :

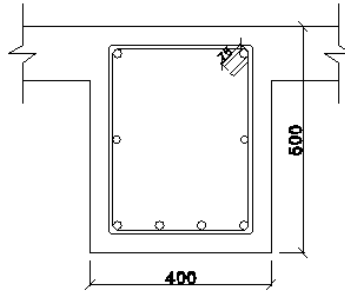
Beton deking	= 40 mm
Tulangan tarik	= 7D 19
Tulangan torsi	= 2D 19
Tulangan tekan	= 3D 19
Tulangan gesr	= Ø10 – 100



Gambar 4. 30 Balok Melintang Daerah Tumpuan Kiri

Daerah lapangan :

Beton deking	= 40 mm
Tulangan tarik	= 7D 19
Tulangan torsi	= 2D 19
Tulangan tekan	= 3D 19
Tulangan gesr	= Ø10 – 100



Gambar 4. 31 Balok Melintang Daerah Lapangan

Daerah tumpuan :

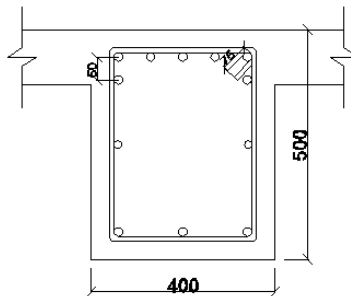
Beton deking = 40 mm

Tulangan tarik = 7D 19

Tulangan torsi = 2D 19

Tulangan tekan = 3D 19

Tulangan gesr = Ø10 – 100



Gambar 4. 32 Balok Melintang Daerah Tumpuan Kanan

#### 4.3.2.2 Perhitungan Balok Bordes Tangga Utama

Perhitungan tulangan balok bordes tangga BB1 (40/50) AS D 3'-2' frame 1023 . Berikut data-data perencanaan balok, gambar denah pembalokan, hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000, ketentuan perhitungan penulangan balok dengan metode SRPMM, perhitungan serta hasil akhir gambar penampang balok adalah sebagai berikut :

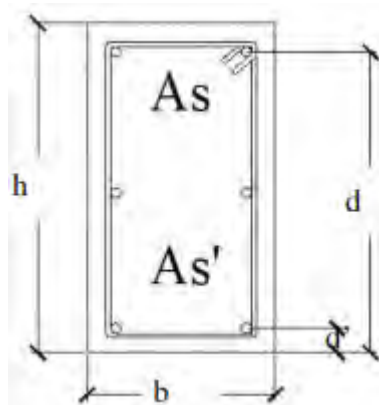
➤ Data-data perencanaan tulangan balok :

Tipe balok	= BB1 (40/50)
Bentang balok (L balok)	= 5400 mm
Dimensi balok (b balok)	= 400 mm
Dimensi balok (h balok)	= 500 mm
Bentang kolom (L kolom)	= 3200 mm
Dimensi kolom (b kolom)	= 450 mm
Dimensi kolom (h kolom)	= 450 mm
Kuat tekan beton ( $f_c'$ )	= 30 MPa
Kuat leleh tulangan lentur ( $f_y$ )	= 400 MPa
Kuat leleh tulangan geser ( $f_{yv}$ )	= 320 MPa
Kuat leleh tulangan puntir ( $f_{yt}$ )	= 400 MPa
Diameter tulangan lentur ( $\emptyset$ lentur)	= 19 mm
Diameter tulangan geser ( $\emptyset$ geser)	= 10 mm
Diameter tulangan puntir ( $\emptyset$ puntir)	= 16 mm
Cot $\theta^2$	= 1
Jarak spasi tulangan sejajar (S sejajar)	= 25 mm
	<b>(SNI 2847:2013 pasal 7.6.1)</b>
Jarak spasi tulangan antar lapis	= 25 mm
	<b>(SNI 2847:2013 pasal 7.6.2)</b>
Tebal selimut beton ( t decking)	= 40 mm
	<b>(SNI 2847:2013 pasal 7.7.1)</b>

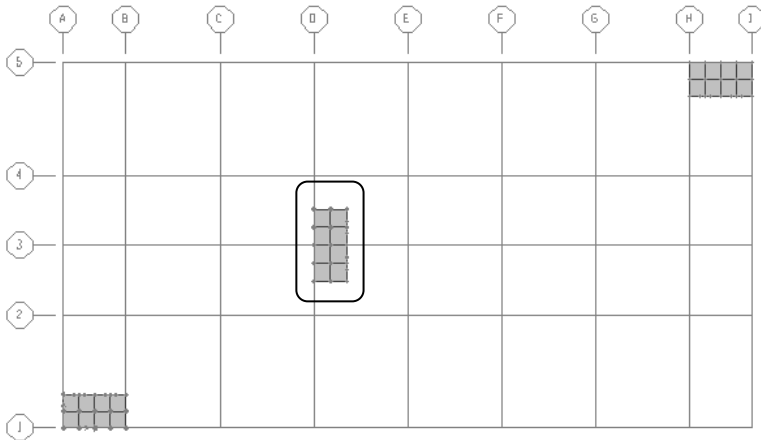
Faktor  $\beta_1 = 0,85$   
**(SNI 2847:2013 pasal 10.2.7.3)**  
 Faktor reduksi kekuatan lentur ( $\phi$ ) = 0,8  
**(SNI 2847:2013 pasal 9.3.2.1)**  
 Faktor reduksi kekuatan geser ( $\phi$ ) = 0,75  
**(SNI 2847:2013 pasal 9.3.2.3)**  
 Faktor reduksi kekuatan puntir ( $\phi$ ) = 0,75  
**(SNI 2847:2013 pasal 9.3.2.3)**

Maka, tinggi efektif balok :

$$\begin{aligned}
 d &= h - \text{decking} - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tul.lentur} \\
 &= 500 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 19 \\
 &= 440,5\text{mm} \\
 d' &= \text{decking} + \emptyset \text{ sengkang} + \frac{1}{2} \emptyset \text{ tul.lentur} \\
 &= 40 + 10 + \frac{1}{2} \cdot 19 \\
 &= 59,5\text{mm}
 \end{aligned}$$



Gambar 4. 33 Tinggi efektif Balok



Gambar 4. 34 Denah Balok Bordes Lantai 1

### Hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000

Setelah dilakukan analisa menggunakan program bantu SAP 2000, didapatkan hasil output dan diagram gaya dalam sehingga digunakan dalam proses perhitungan penulangan balok,

Adapun dalam pengambilan hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000 yaitu gaya yang ditinjau harus ditentukan dan digunakan akibat dari beberapa macam kombinasi pembebanan. Kombinasi pembebanan yang digunakan terdiri dari kombinasi beban gravitasi dan kombinasi beban gempa.

Kombinasi Beban Gravitasi :

❖ Pembebanan akibat beban mati dan beban hidup.

$$1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$$

$$1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} + 0,8 \text{ W}$$

$$1,2 \text{ DL} + 1 \text{ LL} + 1,3 \text{ w}$$

$$0,9 \text{ DL} + 1,3 \text{ S}$$

$$1,4 \text{ DL}$$

Kombinasi Beban Gempa :

- ❖ Pembebanan akibat beban gravitasi dan beban gempa positif searah sumbu X.

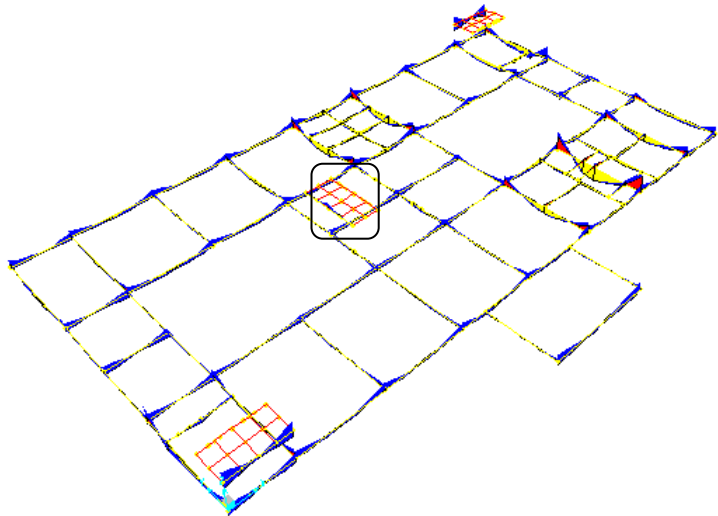
$$1,2 \text{ DL} + 1 \text{ LL} + 1,0 \text{ EQ}_x + 0,3 \text{ EQ}_y \text{ dan}$$

$$0,9 \text{ DL} + 1,0 \text{ EQ}_x + 0,3 \text{ EQ}_y$$

- ❖ Pembebanan akibat beban gravitasi dan beban gempa positif searah sumbu Y.

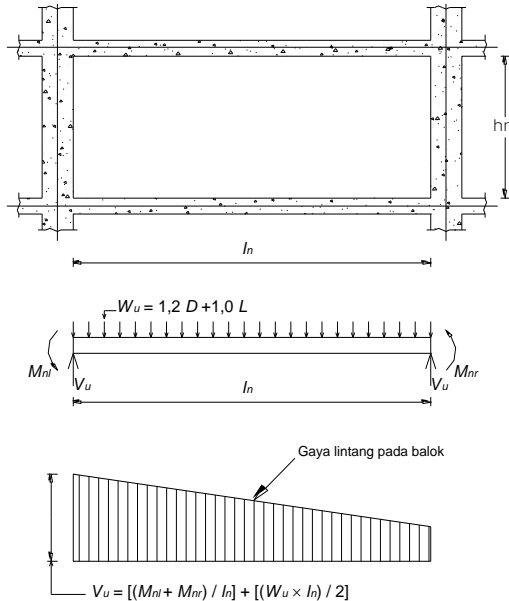
$$1,2 \text{ DL} + 1 \text{ LL} + 0,3 \text{ EQ}_x + 1,0 \text{ EQ}_y \text{ dan}$$

$$0,9 \text{ DL} + 0,3 \text{ EQ}_x + 1,0 \text{ EQ}_y$$



Gambar 4. 35 Denah Balok Bordes yang Ditinjau dan Diagram Gaya dalam Momen Lentur Balok Bordes Lantai 1

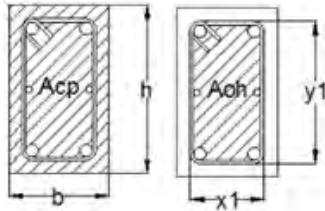
Berdasarkan SNI 2847:2013, Pasal 21.3 untuk mendesain bangunan yang menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) seperti gambar berikut ini :



Gambar 4. 36 geser desain untuk rangka momen menengah

Periksa kecukupan dimensi penampang terhadap beban geser lentur dan puntir.

Ukuran penampang balok yang dipakai = 40/50



Gambar 4. 37 luasan Acp, Pcp dan Aoh

Luasan yang dibatasi oleh keliling luar irisan penampang beton

$$\begin{aligned}
 A_{cp} &= b_{\text{balok}} \times h_{\text{balok}} \\
 &= 400 \text{ mm} \times 500 \text{ mm} \\
 &= 200.000 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Parimeter luar irisan penampang beton Acp

$$\begin{aligned}
 P_{cp} &= 2 \times (b_{\text{balok}} + h_{\text{balok}}) \\
 &= 2 \times (400 \text{ mm} + 500 \text{ mm}) \\
 &= 1.800 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Luas penampang dibatasi as tulangan sengkang

$$\begin{aligned}
 A_{oh} &= (b_{\text{balok}} - 2 \cdot t_{\text{decking}} - \emptyset_{\text{geser}}) \times (h_{\text{balok}} - 2 \cdot t_{\text{decking}} - \emptyset_{\text{geser}}) \\
 &= (400 \text{ mm} - (2.40 \text{ mm}) - 10 \text{ mm}) \times (500 \text{ mm} - (2.40 \text{ mm}) - 10 \text{ mm}) \\
 &= 127.100 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

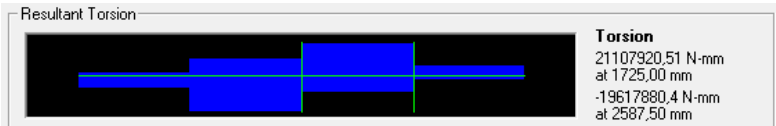
Keliling penampang dibatasi as tulangan sengkang

$$\begin{aligned}
 P_h &= 2 \cdot ((b_{\text{balok}} - 2 \cdot t_{\text{decking}} - \emptyset_{\text{geser}}) + (h_{\text{balok}} - 2 \cdot t_{\text{decking}} - \emptyset_{\text{geser}})) \\
 &= 2 \cdot ((400 \text{ mm} - (2 \cdot 40 \text{ mm}) - 10 \text{ mm}) + (500 \text{ mm} - (2 \cdot 40 \text{ mm}) - 10 \text{ mm})) \\
 &= 2 \times (310 \text{ mm} + 410 \text{ mm}) \\
 &= 2 \times 720 \text{ mm} = 1440 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



### a. Perhitungan Penulangan Puntir

Berdasarkan hasil output diagram torsi pada SAP 2000 diperoleh momen puntir :



#### Momen Puntir Ultimate

Akibat kombinasi 1,2D + 1,0L + 1,0EX + 0,3EY

$$T_u = 21.107.920,510 \text{ Nmm}$$

#### Momen Puntir Nominal

$$\begin{aligned} T_n &= \frac{T_u}{\phi} \\ &= \frac{21.107.920,51}{0,75} \\ &= 28.143.984,01 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

#### Geser Ultimate

Akibat kombinasi 1,2D + 1,0L + 0,3EX + 1,0EY

$$V_u = 39.229,79 \text{ N}$$

Pengaruh puntir dapat diabaikan bila momen puntir terfaktor  
Tu besarnya kurang daripada :

$$\begin{aligned} T_{u_{\min}} &= \frac{\phi \sqrt{f'c'}}{12} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \\ &= \frac{0,75 \sqrt{30}}{12} \left( \frac{200.000^2}{1800} \right) \\ &= 7.607.257,74 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 11.5.1(a))

Sedangkan untuk momen puntir terfaktor maksimum  $T_u$  dapat diambil sebesar :

$$\begin{aligned} T_{u_{\max}} &= \frac{\phi \sqrt{f'c'}}{3} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \\ &= \frac{0,75 \sqrt{30}}{3} \left( \frac{200.000^2}{1800} \right) \\ &= 30.429.030,97 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 11.5.2.2(a))

#### Cek Pengaruh Momen Puntir

$$T_u < \frac{\phi \sqrt{f'c'}}{12} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \quad \text{maka tulangan puntir di abaikan}$$

$$T_u > \frac{\phi \sqrt{f'c'}}{12} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \quad \text{maka memerlukan tulangan puntir}$$

21.107.920,51 Nmm > 7.607.257,74 Nmm (**memerlukan tulangan puntir**)

Jadi, penampang balok memerlukan penulangan puntir berupa tulangan memanjang.

#### Cek Kecukupan Penampang Menahan Momen Puntir

Dimensi penampang melintang harus memenuhi ketentuan berikut :

$$\begin{aligned} \sqrt{\left( \frac{Vu}{b \times d} \right)^2 + \left( \frac{Tu \times P_h}{1,7 \times A_o h^2} \right)^2} &\leq \phi \left( \frac{\frac{1}{6} \sqrt{f'c'} \times b \times d}{b \times d} + \left( \frac{2 \sqrt{f'c'}}{3} \right) \right) \\ \sqrt{\left( \frac{27.798,22}{400 \times 440,5} \right)^2 + \left( \frac{21.107.920,51 \times 1440}{1,7 \times (127.100)^2} \right)^2} &\leq 0,75 \left( \frac{\frac{1}{6} \sqrt{30} \times 400 \times 440,5}{400 \times 440,5} + \left( \frac{2 \sqrt{30}}{3} \right) \right) \end{aligned}$$

$$1,12 \leq 3,42 \quad (\text{memenuhi})$$

(SNI 2847:2013 Pasal 11.5.3.1(a))

Maka, penampang balok mencukupi untuk menahan momen puntir.

#### Tulangan Puntir Untuk Lentur

Tulangan longitudinal tambahan yang diperlukan untuk menahan puntir direncanakan berdasarkan persamaan berikut:

$$A_l = \frac{A_t}{S} \times P_h \times \left( \frac{f_{yv}}{f_{yt}} \right) \times \cot^2 \theta$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 11.5.3.7)**

Dengan  $\frac{A_t}{S}$  dihitung dari persamaan dibawah :

$$T_n = \frac{2 \times A_o \times A_t \times f_{yt}}{S} \times \cot \theta$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 11.5.3.6)**

Dimana :

$$\begin{aligned} A_o &= 0,85 \times A_{oh} \\ &= 0,85 \times 127.100 \text{ mm}^2 \\ &= 108.035 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{A_t}{S} &= \frac{T_n}{2 \times A_o \times f_{yv} \times \cot \theta} \\ \frac{A_t}{S} &= \frac{28.143.894,01 \text{ Nmm}}{2 \times 108.035 \text{ mm}^2 \times 320 \text{ N/mm}^2 \times \cot 45} \\ \frac{A_t}{S} &= 0,41 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka tulangan puntir untuk lentur :

$$\begin{aligned}
 A_l &= \frac{A_t}{s} \times P_h \times \left( \frac{f_{yv}}{f_{yt}} \right) \times \cot^2 \theta \\
 &= 0,41 \text{ mm} \times 1440 \text{ mm} \times \left( \frac{320 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2} \right) \times \cot^2 45 \\
 &= 468,91 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Tetapi tidak boleh kurang dari :

$$\begin{aligned}
 A_{l \min} &= \frac{5 \sqrt{f_c'} A_{cp}}{12 \times f_{yt}} - \left( \frac{A_t}{s} \right) \times P_h \times \left( \frac{f_{yv}}{f_{yt}} \right) \\
 &= \\
 &= \frac{5 \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 200000 \text{ mm}^2}{12 \times 400 \text{ N/mm}^2} - \\
 &\quad (0,41 \text{ mm}) \times 1440 \text{ mm} \times \left( \frac{320 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2} \right) \\
 &= 672,18 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 11.5.5.3)

Kontrol :

$$\begin{aligned}
 A_{l \text{ perlu}} &\leq A_{l \min} && \text{maka gunakan } A_{l \min} \\
 A_{l \text{ perlu}} &\geq A_{l \min} && \text{maka gunakan } A_{l \text{ perlu}} \\
 468,91 \text{ mm}^2 &\leq 672,18 \text{ mm}^2 && \text{(maka pakai } A_{l \min})
 \end{aligned}$$

Maka dipakai tulangan puntir perlu sebesar  $672,18 \text{ mm}^2$

Luasan tulangan puntir untuk arah memanjang dibagi merata ke empat sisi pada penampang balok.

$$\frac{A_l}{4} = \frac{672,18 \text{ mm}^2}{4} = 168,04 \text{ mm}^2$$

Penulangan torsi pada tulangan memanjang :

Pada sisi atas = disalurkan pada tulangan tarik balok

Pada sisi bawah = disalurkan pada tulangan tekan balok

Maka, sisi atas dan bawah balok masing-masing mendapatkan tambahan luasan tulangan puntir sebesar  $168,04 \text{ mm}^2$ .

Pada sisi kanan dan kiri dipasang luasan tulangan puntir sebesar :

$$2 \times \frac{A_l}{4} = 2 \times 168,04 \text{ mm}^2 = 336,09 \text{ mm}^2$$

Luasan tulangan puntir

$$\begin{aligned} \text{Luas } \emptyset 16 &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (16\text{mm})^2 \\ &= 200,96 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan pasang puntir longitudinal (sisi tengah)

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tulangan pasang} &= \frac{A_{s\text{perlu}}}{\text{Luasan tulangan puntir}} \\ &= \frac{336,09 \text{ mm}^2}{200,96 \text{ mm}^2} \\ &= 1,67 \approx 2 \text{ Buah} \end{aligned}$$

Dipasang tulangan puntir 2  $\emptyset 16$

Luasan tulangan pasang puntir longitudinal (sisi tengah)

$$\begin{aligned} A_{s\text{pasang puntir}} &= n_{\text{pasang}} \times \text{luasan tulangan puntir} \\ &= 2 \times 200,96 \text{ mm}^2 \\ &= 401,92 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol :

As pasang  $\geq$  As perlu

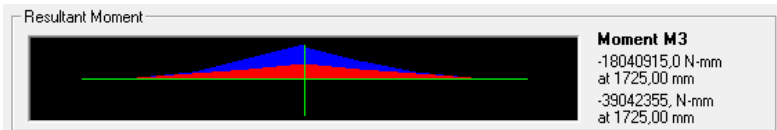
$336,09 \text{ mm}^2 \geq 401,92 \text{ mm}^2$  (**memenuhi**)

Maka, pada tumpuan kiri, lapangan dan tumpuan kanan dipasang tulangan puntir sebesar 2 Ø 16.

### b. Perhitungan Penulangan Lentur

Untuk perhitungan tulangan lentur balok diambil momen terbesar dari kombinasi pembebanan di atas :

Tumpuan kiri :



$$Mu_{\text{tumpuan}} = 39.042.355 \text{ Nmm}$$

#### ➤ DAERAH TUMPUAN KIRI

Diambil momen yang terbesar, akibat dari kombinasi :

$$1,2D + 1,0L + 1EX + 0,3EY$$

$$Mu_{\text{tumpuan}} = 39.042.355 \text{ Nmm}$$

Momen lentur nominal ( $M_n$ )

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{Mu_{\text{tumpuan}}}{\phi} \\ &= \frac{39.042.355 \text{ Nmm}}{0,8} \\ &= 48.802.943,75 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Garis netral dalam kondisi balance

$$X_b = \frac{600}{600 + f_y} \times d$$

$$= \frac{600}{600 + 400} \times 440,5 \text{ mm}$$

$$= 264,30 \text{ mm}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.2.2)**

Garis netral maksimum

$$X_{\max} = 0,75 \times X_{\text{balance}}$$

$$= 0,75 \times 264,30 \text{ mm}$$

$$= 198,22 \text{ mm}$$

Garis netral minimum

$$X_{\min} = d'$$

$$= 59,5 \text{ mm}$$

Garis netral rencana (asumsi)

$$X_{\text{rencana}} = 0,5 X_b$$

$$= 0,5 \cdot 264,3 \text{ mm}$$

$$= 132,15 \text{ mm}$$

Komponen beton tertekan

$$C_c' = 0,85 \times f_c' \times b \times \beta_1 \times X_{\text{rencana}}$$

$$= 0,85 \times 30 \times 400 \text{ mm} \times 0,85 \times 132,15 \text{ mm}$$

$$= 1.145.740,5 \text{ N}$$

Luas tulangan lentur gaya tarik tulangan lentur tunggal

$$A_{sc} = \frac{0,85 \times f_c' \times b \times \beta_1 \times X_{\text{rencana}}}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 \times 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 400 \text{ mm} \times 0,85 \times 132,15 \text{ mm}}{400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$= 2.864,35 \text{ mm}^2$$

Momen nominal tulangan lentur tunggal

$$\begin{aligned}
 M_{nc} &= A_{sc} \times f_y \times \left( d - \frac{\beta_1 \cdot X_{rencana}}{2} \right) \\
 &= 2.864,35 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \times \left( 440,5 \text{ mm} - \frac{0,85 \times 132,15 \text{ mm}}{2} \right) \\
 &= 440.349.607,24 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Cek momen nominal tulangan lentur rangkap

Syarat :

$M_{ns} > 0 \rightarrow$  maka perlu tulangan lentur tekan

$M_{ns} \leq 0 \rightarrow$  maka tidak perlu tulangan lentur tekan

$$\begin{aligned}
 M_{ns} &= M_n - M_{nc} \\
 &= 48.802.943,75 \text{ Nmm} - 440.349.607,24 \text{ Nmm} \\
 &= -391.546.633,49 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Maka,  $M_{ns} > 0 / M_{ns} \leq 0$

$M_{ns} = -391.546.633,49 \text{ Nmm} \leq 0$  **(tidak perlu tulangan lentur tekan)**

Sehingga untuk analisis selanjutnya digunakan perhitungan penulangan lentur tunggal.

 **$\Rightarrow$  Perencanaan Tulangan Lentur Tunggal**

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} \\
 &= \frac{400 \text{ N/mm}^2}{0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2} \\
 &= 15,69
 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.3.5)**



$$\begin{aligned}
 \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\
 &= \frac{1,4}{400 \text{ N/mm}^2} \\
 &= 0,0035
 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.5.1)**

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{balance}} &= 0,85 \times \beta_1 \times \left( \frac{f_c'}{f_y} \right) \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= 0,85 \times 0,85 \times \left( \frac{30 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2} \right) \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right) \\
 &= 0,032
 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 8.4.3)**

$$\begin{aligned}
 \rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_{\text{balance}} \\
 &= 0,75 \times 0,032 \\
 &= 0,024
 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 49 pers. 3.6.1)**

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\
 &= \frac{48.802.943,750 \text{ mm}}{400 \text{ mm} \times (440,5 \text{ mm})^2} \\
 &= 0,63 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{15,69} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 0,63 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2}} \right) \\
 &= 0,0016
 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)**

Syarat :

$$\rho_{\min} \leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\max}$$

$$0,0035 \geq 0,0016 \leq 0,0244 \quad \text{tidak memenuhi}$$

Maka, digunakan  $\rho_{\min} = 0,0035$

Luasan tulangan lentur tarik pakai

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\min} \times b \times d \\ &= 0,0035 \times 400 \times 440,5 \\ &= 616,7 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tarik pakai (sisi atas)

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_s \text{ perlu}}{A_s \text{ tulangan pakai}} \\ &= \frac{616,7 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19)^2} \\ &= 2,18 \text{ buah} \approx \text{dipakai 3 buah} \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tarik (pasang sisi atas)

$$\begin{aligned} A_s \text{ pasang} &= n \text{ pasang} \times \text{luasan D lentur} \\ &= 3 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\ &= 850,15 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol :

$$A_s \text{ pasang} > A_s \text{ perlu}$$

$$850,15 \text{ mm}^2 > 616,7 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{memenuhi}$$

Luasan tulangan perlu lentur ditambah luasan tambahan puntir longitudinal untuk lentur :

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= A_s + \frac{A_l}{4} \\ &= 616,7 \text{ mm}^2 + 168,04 \text{ mm}^2 \\ &= 784,74 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tarik pakai setelah ditambah luasan tambahan puntir (sisi atas)

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_s \text{ perlu}}{A_s \text{ tulangan pakai}} \\ &= \frac{784,74 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2} \\ &= 2,77 \text{ buah} \approx \text{dipakai 3 buah} \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tarik setelah ditambah luasan tambahan puntir (pasang sisi atas)

$$\begin{aligned} A_s \text{ pasang} &= n \text{ pasang} \times \text{luas D lentur} \\ &= 3 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\ &= 850,15 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol :

$$\begin{aligned} A_s \text{ pasang} &> A_s \text{ perlu} \\ 850,15 \text{ mm}^2 &> 784,74 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{memenuhi} \end{aligned}$$

Luasan tulangan perlu lentur ditambah luasan tambahan puntir longitudinal untuk lentur :

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= A_s + \frac{A_l}{4} \\ &= 0 \text{ mm}^2 + 168,04 \text{ mm}^2 \\ &= 168,04 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tekan pakai (sisi bawah)

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{As_{\text{perlu}}}{As_{\text{tulangan pakai}}} \\
 &= \frac{168,04 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2} \\
 &= 0,59 \text{ buah} \approx \text{dipakai 2 buah}
 \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tekan pasang (sisi bawah)

$$\begin{aligned}
 As_{\text{pasang}} &= n_{\text{pasang}} \times \text{luas D lentur} \\
 &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\
 &= 566,77 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol :

$As_{\text{pasang}} > As_{\text{perlu}}$

$566,77 \text{ mm}^2 > 168,04 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{memenuhi}$

Kontrol jarak spasi tulangan tarik

Syarat :

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{sejajar}} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun 1 lapis}$$

$$S_{\text{maks}} \leq S_{\text{sejajar}} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun lebih dari 1 lapis}$$

*Direncanakan dipakai tulangan :*

*tarik 1 lapis 3D19*

*tekan 1 lapis 2D19*

Kontrol Tulangan Tarik

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &= \frac{b - (2 \times t_{\text{decking}}) - (2 \times \phi_{\text{geser}}) - (\text{jumlah tul. } \times D_{\text{lentur}})}{\text{jumlah tulangan} - 1} \\
 &= \frac{400 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (3 \times 19 \text{ mm})}{3 - 1} \\
 &= 121,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$S_{maks} \geq S_{syarat \text{ sejajar}}$$

$$121,5 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm (dipakai tulangan 1 lapis)}$$

### **Kontrol Tulangan Tekan**

$$\begin{aligned} S_{maks} &= \frac{b - (2 \times t_{decking}) - (2 \times \phi_{geser}) - (\text{jumlah tul.} \times D_{lentur})}{\text{jumlah tulangan} - 1} \\ &= \frac{400 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (2 \times 19 \text{ mm})}{2 - 1} \\ &= 262 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S_{maks} \geq S_{syarat \text{ sejajar}}$$

$$262 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm (dipakai tulangan 1 lapis)}$$

Maka, dipakai tulangan lentur balok bordes tangga(40/50)  
AS D 3'-2' frame 1023 untuk daerah tumpuan :

- Tulangan lentur tarik susun 2 lapis

$$\text{Lapis 1} = 3D19$$

- Tulangan lentur tekan susun 1 lapis

$$\text{Lapis 1} = 2D19$$

### **Cek syarat SRPMM untuk kekuatan lentur pada balok**

Kekuatan momen positif pada muka joint tidak boleh kurang dari sepertiga kekuatan momen negatif yang disediakan pada muka joint. Baik kekuatan momen negatif atau positif pada sembarang penampang sepanjang panjang balok tidak boleh kurang dari seperlima kekuatan momen maksimum yang disediakan pada muka salah satu joint.

$$M \text{ lentur tumpuan ( + ) } > \frac{1}{3} \times M \text{ lentur tumpuan ( - )}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 21.3.4.1)**

Maka berdasarkan pengecekan ini dilakukan dengan meninjau tulangan pasang.

$$\begin{aligned} \text{As pasang} &= 3\text{D19} \\ &= 3 \times 0,25 \times 3,14 \times 19^2 \\ &= 850,15 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As' pasang} &= 2\text{D19} \\ &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times 19^2 \\ &= 566,77 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{M lentur tumpuan (+)} &> \frac{1}{3} \times \text{M lentur tumpuan (-)} \\ 566,77 \text{ mm}^2 &\geq \frac{1}{3} \times 850,15 \text{ mm}^2 \\ 566,77 \text{ mm}^2 &\geq 283,38 \text{ mm}^2 \text{ (memenuhi)} \end{aligned}$$

Jadi, pada daerah tumpuan kiri, dipasang tulangan :

Tulangan tarik = 3D19

Tulangan tekan = 2D19

Kontrol kemampuan penampang :

$$\text{As pakai tulangan tarik} \quad 3\text{D19} = 850,15 \text{ mm}^2$$

$$\text{As pakai tulangan tekan} \quad 2\text{D19} = 566,77 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} a &= \frac{As \times fy}{0,85 \times fc' \times b} \\ &= \frac{(850,15 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2) - (566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2)}{0,85 \times 30 \times 400} \\ &= 11,11 \text{ mm} \end{aligned}$$

Gaya tekan beton :

$$Cc' = 0,85 \times fc' \times b \times a$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,85 \times 30 \frac{N}{mm^2} \times 400 \text{ mm} \times 11,11 \text{ mm} \\
 &= 113.354 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_s' &= A_s' \text{ pasang} \times f_y \\
 &= 566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \frac{N}{mm^2} \\
 &= 226.708 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{n\text{pasang}} &= C_c' \times \left( d - \frac{a}{2} \right) + C_s' \times (d - d') \\
 &= 113.354 \text{ N} \times \left( 440,5 \text{ mm} - \frac{44,45 \text{ mm}}{2} \right) + \\
 &226.708 \text{ N} \times (440,5 \text{ mm} - 59,5 \text{ mm}) \\
 &= 135.678.325,72 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Maka,  $M_{n\text{pasang}} > M_{n\text{perlu}}$   
 $135.678.325,72 \text{ Nmm} > 48.802.943,75 \text{ Nmm}$  (**memenuhi**)

Jadi, penulangan lentur untuk balok bordes tangga (40/50) AS D 3'-2' frame 1023 pada daerah tumpuan kiri dipakai tulangan tarik 3D19 dan tulangan tekan minimum 2D19 dengan susunan sebagai berikut :

- Tulangan tarik 1 lapis  
Lapis 1 : 3D19
- Tulangan tekan minimum 1 lapis  
Lapis 1 : 2D19

**c. Perhitungan Penulangan Geser**

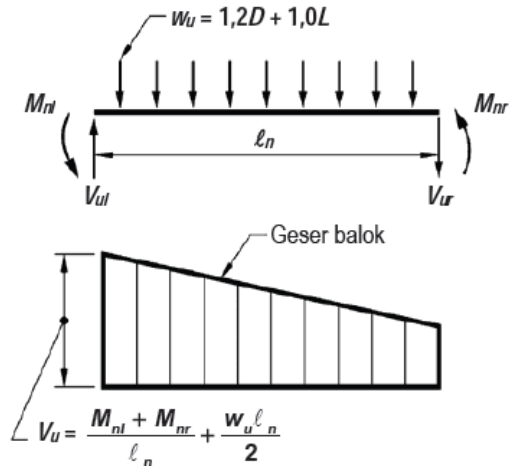
Dengan data balok sebagai berikut :

$f_c'$	= 30 MPa
$f_y$	= 320 MPa
$\beta_1$	= 0,85
$\Phi$ reduksi	= 0,75

**(SNI 2847:2013 Pasal 9.3.2.3)**

Lebar balok (b)	= 400 mm
Tinggi balok (h)	= 500 mm
$\emptyset$ tulangan sengkang	= 10 mm
$\emptyset$ tulangan geser	= 10 mm

Berdasarkan perhitungan tulangan lentur pada balok bordes tangga (40/50) AS D 3'-2' frame 1023 , didapat :

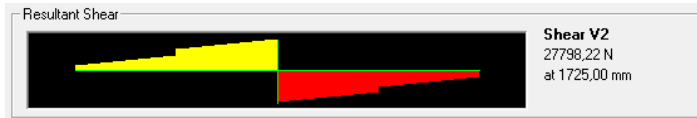


Gambar 4. 38 Perencanaan Geser Untuk Balok SRPMM



### Hasil Output Diagram Gaya Geser dari SAP

Berdasarkan hasil output dan diagram gaya dalam akibat kombinasi 1,2D + 1,0L dari analisa SAP 2000 didapatkan :



Gaya geser terfaktor  $V_u = 27.798,22 \text{ N}$

### Momen Nominal Kiri

Momen nominal kiri diperoleh dari hasil perhitungan tulangan lentur tumpuan kiri dengan luasan tulangan sebagai berikut :

As pakai tulangan tarik  $3D19 = 850,15 \text{ mm}^2$

As' pakai tulangan tekan  $2D19 = 566,77 \text{ mm}^2$

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} \\
 &= \frac{(850,15 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2) - (566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2)}{0,85 \times 30 \times 400} \\
 &= 11,11 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Gaya tekan beton :

$$\begin{aligned}
 C_c' &= 0,85 \times f_c' \times b \times a \\
 &= 0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 400 \text{ mm} \times 11,11 \text{ mm} \\
 &= 113.354 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_s' &= A_s' \text{ pasang} \times f_y \\
 &= 566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 226.708 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{n_{\text{pasang}}} &= Cc' \times \left(d - \frac{a}{2}\right) + Cs' \times (d - d') \\
 &= 113.354 \text{ N} \times \left(440,5 \text{ mm} - \frac{44,45 \text{ mm}}{2}\right) + \\
 &226.708 \text{ N} \times (440,5 \text{ mm} - 59,5 \text{ mm}) \\
 &= 135.678.325,72 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

### **Momen Nominal Kanan**

Momen nominal kanan diperoleh dari hasil perhitungan tulangan lentur tumpuan kiri dengan luasan tulangan sebagai berikut :

$$\text{As pakai tulangan tarik} \quad 3D19 = 850,15 \text{ mm}^2$$

$$\text{As' pakai tulangan tekan} \quad 2D19 = 566,77 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{As \times fy}{0,85 \times fc' \times b} \\
 &= \frac{(850,15 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2) - (566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2)}{0,85 \times 30 \times 400} \\
 &= 11,11 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Gaya tekan beton :

$$\begin{aligned}
 Cc' &= 0,85 \times fc' \times b \times a \\
 &= 0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 400 \text{ mm} \times 11,11 \text{ mm} \\
 &= 113.354 \text{ N}
 \end{aligned}$$

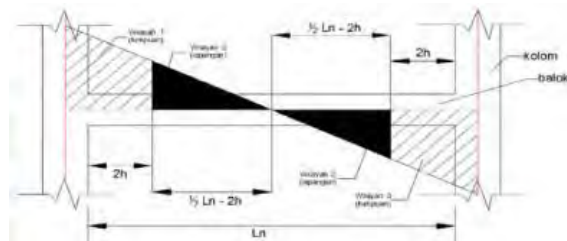
$$\begin{aligned}
 Cs' &= \text{As' pasang} \times fy \\
 &= 566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 226.708 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{n_{\text{pasang}}} &= Cc' \times \left(d - \frac{a}{2}\right) + Cs' \times (d - d') \\
 &= 113.354 \text{ N} \times \left(440,5 \text{ mm} - \frac{44,45 \text{ mm}}{2}\right) + \\
 &226.708 \text{ N} \times (440,5 \text{ mm} - 59,5 \text{ mm}) \\
 &= 135.678.325,72 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

### Pembagian wilayah geser balok

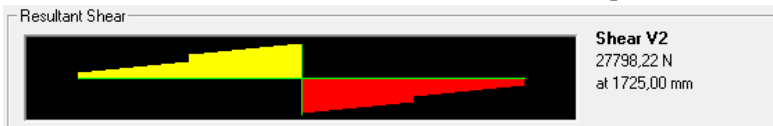
Wilayah balok dibagi menjadi 2 wilayah, yaitu :

1. Wilayah 1 daerah tumpuan sejauh dua kali tinggi balok dari muka kolom ke arah tengah bentang.
2. Wilayah 2 daerah lapangan dimulai dari akhir wilayah tumpuan sampai ke bentang akhir balok.



1. Pada wilayah 1 (Daerah tumpuan)

Berdasarkan hasil output dan diagram gaya dalam akibat kombinasi 1,2D + 1,0L dari analisa SAP 2000 didapatkan :



Gaya geser terfaktor  $V_u = 27.798,22 \text{ N}$

Gaya geser pada ujung perletakan diperoleh dari :

$$Vu_1 = \frac{Mn_1 + Mnr}{Ln} + \frac{Wu \times Ln}{2}$$

$$Vu_1 = \frac{Mn_1 + Mnr}{Ln} + Vu$$

Dimana :

$Vu_1$  = Gaya geser pada muka perletakan

$Mn_1$  = Momen nominal aktual balok daerah tumpuan (kiri)

$Mnr$  = Momen nominal aktual balok daerah tumpuan (kanan)

$Ln$  = Panjang balok bersih

$$\begin{aligned} Vu_1 &= \frac{Mn_1 + Mnr}{Ln} + Vu \text{ tumpuan} \\ &= \frac{135.678.325,72 \text{ Nmm} + 135.678.325,72 \text{ Nmm}}{1725 \text{ mm}} + 27.798,22 \text{ N} \\ &= 185.106,42 \text{ N} \end{aligned}$$

Syarat kuat tekan beton ( $f_c'$ )

Nilai  $\sqrt{f_c'}$  yang digunakan tidak boleh melebihi 8,3 MPa.

**(SNI 2847:2013 Pasal 11.1.2)**

$$\sqrt{f_c'} \leq 8,3 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{30} \leq 8,3 \text{ MPa}$$

$$5,48 \text{ MPa} \leq 8,3 \text{ MPa} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Kuat geser beton

$$\begin{aligned} Vc &= \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \\ &= \frac{1}{6} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm} \\ &= 160.847,86 \text{ N} \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 11.2.1.1)**

Kuat geser tulangan geser

$$\begin{aligned}
 V_{S_{\min}} &= \frac{1}{3} \times b \times d \\
 &= \frac{1}{3} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm} \\
 &= 58.733,33 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{S_{\max}} &= \frac{1}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \\
 &= \frac{1}{3} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm} \\
 &= 321.695,71 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2V_{S_{\max}} &= \frac{2}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \\
 &= \frac{2}{3} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm} \\
 &= 643.391,43 \text{ N}
 \end{aligned}$$

**Cek Kondisi :**Kondisi 1

$$\begin{aligned}
 V_u \leq 0,5 \times \emptyset \times V_c &\quad \rightarrow \text{Tidak perlu tulangan geser} \\
 185.106,42 \text{ N} \leq 60.317,95 \text{ N} &\quad \textbf{(tidak memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Kondisi 2

$$\begin{aligned}
 0,5 \times \emptyset \times V_c \leq V_u \leq \emptyset \times V_c &\quad \rightarrow \text{Tulangan geser minimum} \\
 60.317,95 \text{ N} \leq 185.106,42 \text{ N} \leq 120.635,89 \text{ N} &\quad \textbf{(tidak memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Kondisi 3

$$\begin{aligned}
 \emptyset \times V_c \leq V_u \leq \emptyset (V_c + V_{S_{\min}}) &\quad \rightarrow \text{Tulangan geser minimum} \\
 120.635,89 \text{ N} \leq 185.106,42 \text{ N} \leq 164.685,89 \text{ N} &\quad \textbf{(tidak memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Kondisi 4

$$\phi (V_c + V_{s_{\min}}) \leq V_u \leq \phi (V_c + V_{s_{\max}}) \rightarrow \text{Tulangan geser}$$

$$164.685,89 \text{ N} \leq 185.106,42 \text{ N} \leq 361.907,68 \text{ N} \text{ (**memenuhi**)}$$

Maka perencanaan penulangan geser balok diambil berdasarkan kondisi 4.

$$V_{s_{\text{perlu}}} = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi}$$

$$= \frac{185.106,42 \text{ N} - (0,75 \times 160.847,86 \text{ N})}{0,75}$$

$$= 85.960,71 \text{ N}$$

Direncanakan menggunakan tulangan geser Ø10 mm dengan sengkang 2 kaki, maka luasan tulangan geser :

$$A_v \text{ perlu} = (0,25 \times 3,14 \times d^2) \times n \text{ kaki}$$

$$= (0,25 \times 3,14 \times (10 \text{ mm})^2) \times 2$$

$$= 157 \text{ mm}^2$$

Jarak tulangan geser perlu (S perlu)

$$S_{\text{perlu}} = \frac{A_v \times f_{yv} \times d}{V_{s_{\text{perlu}}}}$$

$$= \frac{157 \text{ mm}^2 \times 320 \text{ N/mm}^2 \times 440,5 \text{ mm}}{85.960,71 \text{ N}}$$

$$= 257,45 \text{ mm}$$

Maka dipasang tulangan geser dengan jarak 100 mm

Kontrol jarak spasi tulangan geser

$$S_{\max} \leq \frac{d}{2}$$

$$100 \text{ mm} \leq \frac{440,5 \text{ mm}}{2}$$

$$100 \text{ mm} \leq 220,25 \text{ mm} \quad \text{(**memenuhi**)}$$

$$\begin{array}{lll} S_{\max} & \leq & 600 \text{ mm} \\ 100 \text{ mm} & \leq & 600 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)} \end{array}$$

Sehingga dipakai tulangan geser Ø10 - 100 mm

### **Cek Persyaratan SRPMM Untuk Kekuatan Geser Balok**

Pada kedua ujung balok, sengkang harus disediakan sepanjang panjang tidak kurang dari 2h diukur dari muka komponen struktur penumpu ke arah tengah bentang. Sengkang pertama harus ditempatkan tidak lebih dari 50 mm dari muka komponen struktur penumpu. Spasi sengkang tidak boleh melebihi yang terkecil dari (a), (b), (c), dan (d).

- a.  $\frac{d}{4}$  ;
- b. Delapan kali diameter batang tulangan longitudinal terkecil yang dilingkupi;
- c. 24 kali diameter batang tulangan sengkang;
- d. 300 mm.

**(SNI 2847:2013 Pasal 21.3.4.2)**

$$\begin{array}{lll} \text{a. } S_{\text{pakai}} & \leq & \frac{d}{4} \\ 100 \text{ mm} & \leq & \frac{340,5 \text{ mm}}{4} \\ 100 \text{ mm} & \leq & 110,125 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)} \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{b. } S_{\text{pakai}} & \leq & 8 \times D_{\text{lentur}} \\ 100 \text{ mm} & \leq & 8 \times 19 \text{ mm} \\ 100 \text{ mm} & \leq & 152 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)} \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \text{c. } S_{\text{pakai}} & \leq & 24 \times D_{\text{sengkang}} \\ 100 \text{ mm} & \leq & 24 \times 10 \text{ mm} \\ 100 \text{ mm} & \leq & 240 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)} \end{array}$$

- d.  $S_{\text{pakai}} \leq 300 \text{ mm}$   
 $100 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm}$  **(memenuhi)**

Kontrol syarat penulangan geser tidak memenuhi, sehingga dipasang Ø10 - 100 mm dengan sengkang 2 kaki.

## 2. Pada wilayah 2 (Daerah lapangan)

Gaya geser pada wilayah 2 diperoleh dengan menggunakan metode perbandingan segitiga, dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\frac{Vu_2}{ln - 2h} &= \frac{Vu_1}{ln} \\ Vu_2 &= \frac{Vu_1 \times (ln - 2h)}{ln} \\ &= \frac{185.106,42 \text{ N} \times (1725 \text{ mm} - 2 \times 500 \text{ mm})}{1725 \text{ mm}} \\ &= 77.798,35 \text{ N}\end{aligned}$$

### Syarat kuat tekan beton ( $f_c'$ )

Nilai  $\sqrt{f_c'}$  yang digunakan tidak boleh melebihi 8,3 MPa.

**(SNI 2847:2013 Pasal 11.1.2)**

$$\begin{aligned}\sqrt{f_c'} &\leq 8,3 \text{ MPa} \\ \sqrt{30} &\leq 8,3 \text{ MPa} \\ 5,48 \text{ MPa} &\leq 8,3 \text{ MPa} \quad \textbf{(memenuhi)}\end{aligned}$$

### Kuat geser beton

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d$$



$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{6} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm} \\
 &= 160.847,86 \text{ N}
 \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 11.2.1.1)

Kuat geser tulangan geser

$$\begin{aligned}
 V_{S_{\min}} &= \frac{1}{3} \times b \times d \\
 &= \frac{1}{3} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm} \\
 &= 58.733,33 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{S_{\max}} &= \frac{1}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \\
 &= \frac{1}{3} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm} \\
 &= 321.695,71 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2V_{S_{\max}} &= \frac{2}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \\
 &= \frac{2}{3} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm} \\
 &= 643.391,43 \text{ N}
 \end{aligned}$$

**Cek Kondisi :**

Kondisi 1

$$\begin{aligned}
 V_u \leq 0,5 \times \emptyset \times V_c &\quad \rightarrow \text{Tidak perlu tulangan geser} \\
 77.798,35 \text{ N} \leq 60.317,95 \text{ N} &\quad \text{(tidak memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Kondisi 2

$$\begin{aligned}
 0,5 \times \emptyset \times V_c \leq V_u \leq \emptyset \times V_c &\quad \rightarrow \text{Tulangan geser minimum} \\
 60.317,95 \text{ N} \leq 77.798,35 \text{ N} \leq 120.635,89 \text{ N} &\quad \text{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Maka perencanaan penulangan geser balok diambil berdasarkan kondisi 2.

$$\begin{aligned} V_{S_{\text{perlu}}} &= \frac{bw-d}{3} \\ &= \frac{400\text{mm} - 440,5}{3} \\ &= 58,73 \text{ N} \end{aligned}$$

Direncanakan menggunakan tulangan geser Ø10 mm dengan sengkang 2 kaki, maka luasan tulangan geser :

$$\begin{aligned} A_v \text{ perlu} &= (0,25 \times 3,14 \times d^2) \times n \text{ kaki} \\ &= (0,25 \times 3,14 \times (10 \text{ mm})^2) \times 2 \\ &= 157 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jarak tulangan geser perlu (S perlu)

$$\begin{aligned} S_{\text{perlu}} &= \frac{A_v \times f_{yv} \times d}{V_{S_{\text{perlu}}}} \\ &= \frac{157 \text{ mm}^2 \times 320 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 440,5 \text{ mm}}{58,73 \text{ N}} \\ &= 376,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka dipasang tulangan geser dengan jarak 100 mm

Kontrol jarak spasi tulangan geser

$$\begin{aligned} S_{\text{max}} &\leq \frac{d}{2} \\ 100 \text{ mm} &\leq \frac{440,5 \text{ mm}}{2} \\ 100 \text{ mm} &\leq 220,25 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{\text{max}} &\leq 600 \text{ mm} \\ 100 \text{ mm} &\leq 600 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)} \end{aligned}$$

Sehingga dipakai tulangan geser Ø10 - 100 mm

### Cek Persyaratan SRPMM Untuk Kekuatan Geser Balok

Pada kedua ujung balok, sengkang harus disediakan sepanjang panjang tidak kurang dari  $2h$  diukur dari muka komponen struktur penumpu ke arah tengah bentang. Sengkang pertama harus ditempatkan tidak lebih dari 50 mm dari muka komponen struktur penumpu. Spasi sengkang tidak boleh melebihi yang terkecil dari (a), (b), (c), dan (d).

- a.  $\frac{d}{4}$ ;
- b. Delapan kali diameter batang tulangan longitudinal terkecil yang dilingkupi;
- c. 24 kali diameter batang tulangan sengkang;
- d. 300 mm.

(SNI 2847:2013 Pasal 21.3.4.2)

$$\begin{aligned} \text{a. } S_{\text{pakai}} &\leq \frac{d}{4} \\ 100 \text{ mm} &\leq \frac{340,5 \text{ mm}}{4} \\ 100 \text{ mm} &\leq 110,125 \text{ mm} \quad \text{(memenuhi)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } S_{\text{pakai}} &\leq 8 \times D_{\text{lentur}} \\ 100 \text{ mm} &\leq 8 \times 19 \text{ mm} \\ 100 \text{ mm} &\leq 152 \text{ mm} \quad \text{(memenuhi)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } S_{\text{pakai}} &\leq 24 \times D_{\text{sengkang}} \\ 100 \text{ mm} &\leq 24 \times 10 \text{ mm} \\ 100 \text{ mm} &\leq 240 \text{ mm} \quad \text{(memenuhi)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } S_{\text{pakai}} &\leq 300 \text{ mm} \\ 100 \text{ mm} &\leq 300 \text{ mm} \quad \text{(memenuhi)} \end{aligned}$$

Kontrol syarat penulangan geser tidak memenuhi, sehingga dipasang  $\emptyset 10$  - 100 mm dengan sengkang 2 kaki.

*Jadi, penulangan geser pada balok bordes tangga (40/50) AS D 3'-2' frame 1023 pada wilayah 1 daerah tumpuan sepanjang 2h dari muka kolom ke arah tengah bentang menggunakan tulangan Ø10 - 100 mm dengan sengkang 2 kaki dan pada wilayah 2 daerah lapangan sepanjang akhir wilayah satu sampai bentang akhir menggunakan tulangan Ø10 - 100 mm dengan sengkang 2 kaki.*

➤ **Perhitungan Panjang Penyaluran Tulangan**

Gaya Tarik dan tekan yang dihitung pada tulangan disetiap penampang komponen struktur beton harus disalurkan pada masing-masing sisi penampang tersebut melalui panjang penanaman, kait, batang ulir berkepala (*headed deformed bar*) atau alat mekanis atau kombinasi darinya. Kait kepala (*heads*) tidak boleh digunakan untuk menyalurkan batang tulangan dalam kondisi tekan.

[SNI 2847:2013, Pasal 12.1.1]

**Penyaluran Tulangan Dalam Kondisi Tarik**

Panjang penyaluran untuk batang tulangan ulir dan kawat ulir dalam kondisi tarik,  $l_d$  harus ditentukan sesuai tabel dibawah ini atau dengan rumus seperti dibawah ini tetapi  $l_d$  tidak boleh kurang dari 300 mm.

[SNI 2847:2013, Pasal 12.2.1]

Tabel 4. 8 Panjang Penyaluran Batang Ulir dan Kawat Ulir

	Batang tulangan atau kawat ulir D-19 dan yang lebih kecil	Batang tulangan D-22 dan yang lebih besar
Spasi bersih batang tulangan atau kawat yang disalurkan atau disambung tidak kurang dari $d_b$ , selimut bersih tidak kurang dari $d_b$ , dan sengkang atau pengikat sepanjang $\ell_d$ tidak kurang dari minimum Tata Cara atau Spasi bersih batang tulangan atau kawat yang disalurkan atau disambung tidak kurang dari $2d_b$ dan selimut bersih tidak kurang dari $d_b$	$\left( \frac{f_y \psi_t \psi_e}{2,14\sqrt{f_c'}} \right) d_b$	$\left( \frac{f_y \psi_t \psi_e}{1,74\sqrt{f_c'}} \right) d_b$
Kasus-kasus lain	$\left( \frac{f_y \psi_t \psi_e}{1,44\sqrt{f_c'}} \right) d_b$	$\left( \frac{f_y \psi_t \psi_e}{1,14\sqrt{f_c'}} \right) d_b$

[SNI 2847:2013, Pasal 12.2.2]

$$l_d = \left( \frac{f_y}{1,1\lambda\sqrt{f_c'}} \times \frac{\psi_t \psi_e \psi_s}{\left( \frac{c_b + K_{tr}}{d_b} \right)} \right)$$

[SNI 2847:2013, Pasal 12.2.3]

Pada perhitungan penyaluran tulangan kondisi tarik menggunakan persamaan :

$$l_d = \left( \frac{f_y \times \psi_t \times \psi_e}{1,7\lambda\sqrt{f_c'}} \right) d_b$$

dimana nilai :

$$\lambda = 1$$

$$\psi_t = 1$$

$$\psi_e = 1,5$$

[SNI 03-2847-2013 Pasal 12.2.4]

$$l_d = \left( \frac{f_y \times \psi_t \times \psi_e}{1,7\lambda\sqrt{f_c'}} \right) d_b$$

$$l_d = \left( \frac{400 \times 1 \times 1,5}{1,7 \cdot 1 \cdot \sqrt{30}} \right) 19$$

$$l_d = 1224,32$$

Cek syarat :

$$l_d \geq 300 \text{ mm}$$

$$1224,32 \geq 300 \text{ mm} \quad (\text{memenuhi})$$

Reduksi panjang penyaluran

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{A_{spertu}}{A_{spasang}} \times l_d$$

(SNI 2847:2013, Pasal 12.2.5)

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{A_{spertu}}{A_{spasang}} \times l_d$$

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{1.846,82 \text{ mm}}{1.983,69 \text{ mm}} \times 1224,32 \text{ mm}$$

$$= 1139,84 \text{ mm} \approx 1500 \text{ mm}$$

maka panjang penyaluran tulangan dalam kondisi tarik 1500 mm.

**Penyaluran Tulangan Berkait Dalam Kondisi Tarik**

$$l_{dh} = \left( \frac{0,24 \times \psi_e \times f_y}{\lambda \sqrt{f_c'}} \right) \times d_b$$

Dengan nilai :

$$\lambda = 1$$

$$\psi_e = 1$$

[SNI 2847:2013, Pasal 12.5.2]

$$l_{dh} = \left( \frac{0,24 \times \psi_e \times f_y}{\lambda \sqrt{f_c'}} \right) \times d_b$$

$$l_{dh} = \left( \frac{0,24 \times 1 \times 400}{1 \sqrt{30}} \right) \times 19$$

$$l_{dh} = 333,01 \text{ mm}$$

Cek syarat

$$l_{dh} > 8d_b$$

$$333,01 \text{ mm} > 152 \text{ mm}$$

(memenuhi)

$$l_{dh} > 150$$

$$333,01 \text{ mm} > 150 \text{ mm}$$

(memenuhi)

[SNI 2847:2013, Pasal 12.5.1]

Reduksi panjang penyaluran

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{A_{spertu}}{A_{spasang}} \times l_d$$

(SNI 2847:2013, Pasal 12.2.5)

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{A_{spertu}}{A_{spasang}} \times l_d$$

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{1.846,82 \text{ mm}}{1.983,69 \text{ mm}} \times 333,01 \text{ mm}$$

$$= 310,04 \text{ mm} \approx 350 \text{ mm}$$

maka panjang penyaluran tulangan berkait dalam kondisi tarik 350 mm.

### Penyaluran Tulangan Dalam Kondisi Tekan

Penyaluran tulangan untuk batang tulangan ulir atau kawat ulir diambil nilai  $l_{dc}$  terbesar dari dua rumus dibawah ini.

$$l_{dc} = \left( \frac{0,24 \times fy}{\lambda \times \sqrt{f'c'}} \right) d_b$$

$$l_{dc} = (0,043 \times fy) \times d_b$$

[SNI 2847:2013, Pasal 12.3.2]

$$l_{dc} = \left( \frac{0,24 \times fy}{\lambda \times \sqrt{fc'}} \right) d_b$$

$$l_{dc} = \left( \frac{0,24 \times 400 \text{ N/mm}^2}{1 \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2}} \right) 19 \text{ mm}$$

$$l_{dc} = 333,01 \text{ mm}$$

$$l_{dc} = (0,043 \times fy) \times d_b$$

$$l_{dc} = \left( 0,043 \times 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) \times 19 \text{ mm}$$

$$l_{dc} = 326,8 \text{ mm}$$

Dipilih yang terbesar, sehingga  $l_{dc} = 333,01 \text{ mm}$

Cek syarat:

$$l_{dc} \geq 200 \text{ mm}$$

$$333,01 \text{ mm} \geq 200 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Reduksi panjang penyaluran (tulangan lebih)

$$l_{dc \text{ reduksi}} = \frac{A_{spertu}}{A_{spasang}} \times l_{dc}$$

**(SNI 2847:2013, Pasal 12.3.3)**

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{A_{spertu}}{A_{spasang}} \times l_d$$

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{1.846,82 \text{ mm}}{1.983,69 \text{ mm}} \times 333,01 \text{ mm}$$

$$= 310,04 \text{ mm} \approx 350 \text{ mm}$$

maka panjang penyaluran tulangan dalam kondisi tekan 350 mm.



➤ **Kontrol Keadaan Retak Pada Beton**

Bila tegangan leleh rencana  $f_y$  untuk tulangan tarik melebihi 30 MPa, maka penampang dengan momen positif dan negative maksimum harus direncanakan sedemikian hingga nilai  $z$  yang diperoleh oleh

$$z = f_s^3 \sqrt{d_c \cdot A} < 25 \text{ Mpa}$$

tidak melebihi 30 MN/m untuk penampang di dalam ruangan dan 25 MN/m untuk penampang yang dipengaruhi cuaca luar. Nilai  $f_s$  boleh diambil dari 60 % nilai  $f_y$  yang disyaratkan

[SNI 03-2847-2002 pasal 12.6.4]

$$\begin{aligned} d_c &= \text{decking} + (0,5 \cdot d_{\text{lentur}}) \\ &= 40 + (0,5 \cdot 19) \\ &= 49,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{2 \times d_c \times b}{n} \\ A &= \frac{2 \times 51 \times 400}{7} \\ &= 5657,14 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_s &= 60\% \times 400 \\ &= 240 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z &= f_s^3 \sqrt{d_c \cdot A} \\ z &= 240^3 \sqrt{49,5 \cdot 5657,14} \\ z &= 15701,65 \text{ N/mm} \\ z &= 15,70165 \text{ MN/mm} < 30 \text{ MN/mm} \end{aligned}$$

Sebagai alternatif terhadap perhitungan nilai  $z$ , dapat dilakukan dengan perhitungan lebar retak yang diberikan sesuai dengan dibawah ini dengan nilai  $\omega < 0,4$ .

$$\omega = 11.10^{-6} \beta f_y^3 \sqrt{d c . A}$$

$$\omega = 11.10^{-6} 0,85 \times 400^3 \sqrt{49,5 . 5657,14}$$

$$\omega = 0,245 \text{ mm} < 0,4 \text{ mm} \quad \text{memenuhi}$$

### ➤ Gambar Detail Tulangan

Daerah tumpuan :

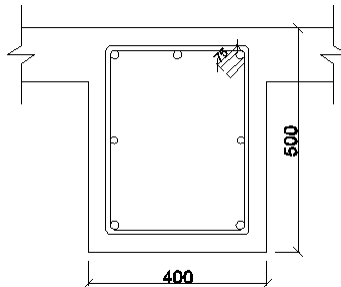
Beton deking = 40 mm

Tulangan tarik = 3D 19

Tulangan torsi = 2D 19

Tulangan tekan = 2D 19

Tulangan gesr = Ø10 – 100



Gambar 4. 39 Balok Melintang Daerah Tumpuan Kiri

Daerah lapangan :

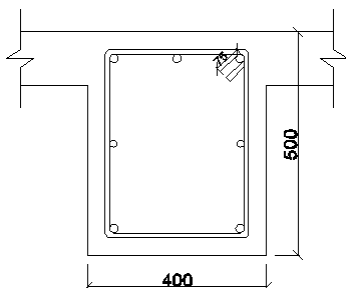
Beton deking = 40 mm

Tulangan tarik = 3D 19

Tulangan torsi = 2D 19

Tulangan tekan = 2D 19

Tulangan gesr = Ø10 – 100



Gambar 4. 40 Balok Melintang Daerah Lapangan

Daerah tumpuan :

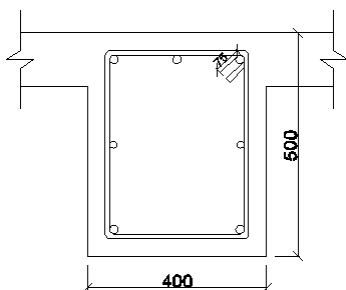
Beton deking = 40 mm

Tulangan tarik = 3D 19

Tulangan torsi = 2D 19

Tulangan tekan = 2D 19

Tulangan gesr = Ø10 – 100



Gambar 4. 41 Balok Melintang Daerah Tumpuan Kanan

#### 4.3.2.3 Perhitungan Balok Anak

Perhitungan tulangan balok anak BA1 (25/30) AS F-G 2 frame 987. Berikut data-data perencanaan balok, gambar denah pembalokan, hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000, ketentuan perhitungan penulangan balok dengan metode SRPMM, perhitungan serta hasil akhir gambar penampang balok adalah sebagai berikut :

➤ Data-data perencanaan tulangan balok :

Tipe balok	= BA1 (25/30)
Bentang balok (L balok)	= 4500 mm
Dimensi balok (b balok)	= 250 mm
Dimensi balok (h balok)	= 300 mm
Bentang kolom (L kolom)	= 3200 mm
Dimensi kolom (b kolom)	= 450 mm
Dimensi kolom (h kolom)	= 450 mm
Kuat tekan beton ( $f_c'$ )	= 30 MPa
Kuat leleh tulangan lentur ( $f_y$ )	= 400 MPa
Kuat leleh tulangan geser ( $f_{yv}$ )	= 320 MPa
Kuat leleh tulangan puntir ( $f_{yt}$ )	= 400 MPa
Diameter tulangan lentur ( $\emptyset$ lentur)	= 19 mm
Diameter tulangan geser ( $\emptyset$ geser)	= 10 mm
Diameter tulangan puntir ( $\emptyset$ puntir)	= 16 mm
Cot $\theta^2$	= 1

Jarak spasi tulangan sejajar (S sejajar) = 25 mm

**(SNI 2847:2013 pasal 7.6.1)**

Jarak spasi tulangan antar lapis = 25 mm

**(SNI 2847:2013 pasal 7.6.2)**

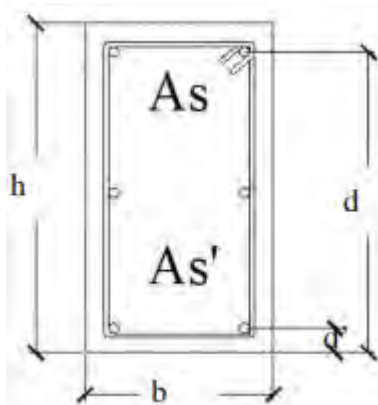
Tebal selimut beton (t decking) = 40 mm

**(SNI 2847:2013 pasal 7.7.1)**

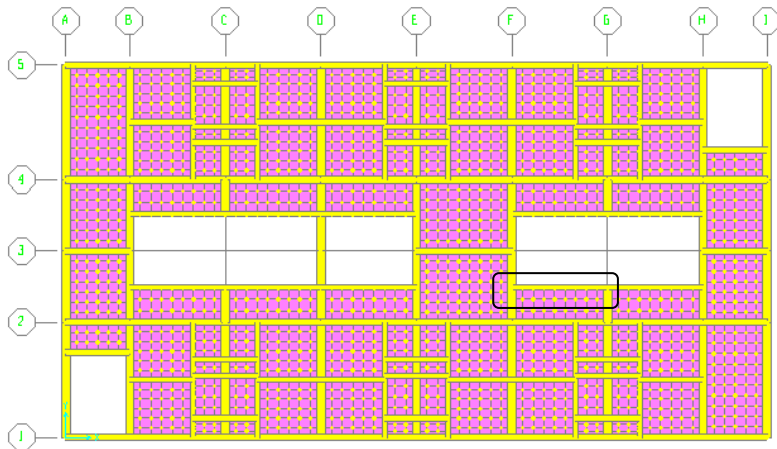
Faktor  $\beta_1$   $= 0,85$   
**(SNI 2847:2013 pasal 10.2.7.3)**  
 Faktor reduksi kekuatan lentur ( $\phi$ )  $= 0,8$   
**(SNI 2847:2013 pasal 9.3.2.1)**  
 Faktor reduksi kekuatan geser ( $\phi$ )  $= 0,75$   
**(SNI 2847:2013 pasal 9.3.2.3)**  
 Faktor reduksi kekuatan puntir ( $\phi$ )  $= 0,75$   
**(SNI 2847:2013 pasal 9.3.2.3)**

Maka, tinggi efektif balok :

$$\begin{aligned}
 d &= h - \text{decking} - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tul.lentur} \\
 &= 300 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 19 \\
 &= 240,5\text{mm} \\
 d' &= \text{decking} + \emptyset \text{ sengkang} + \frac{1}{2} \emptyset \text{ tul.lentur} \\
 &= 40 + 10 + \frac{1}{2} \cdot 19 \\
 &= 59,5\text{mm}
 \end{aligned}$$



Gambar 4. 42Tinggi efektif Balok



Gambar 4. 43 Denah Pembalokan Lantai 3

### Hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000

Setelah dilakukan analisa menggunakan program bantu SAP 2000, didapatkan hasil output dan diagram gaya dalam sehingga digunakan dalam proses perhitungan penulangan balok,

Adapun dalam pengambilan hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000 yaitu gaya yang ditinjau harus ditentukan dan digunakan akibat dari beberapa macam kombinasi pembebanan. Kombinasi pembebanan yang digunakan terdiri dari kombinasi beban gravitasi dan kombinasi beban gempa.

Kombinasi Beban Gravitasi :

❖ Pembebanan akibat beban mati dan beban hidup.

$$1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$$

$$1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} + 0,8 \text{ W}$$

$$1,2 \text{ DL} + 1 \text{ LL} + 1,3 \text{ w}$$

$$0,9 \text{ DL} + 1,3 \text{ S}$$

$$1,4 \text{ DL}$$

Kombinasi Beban Gempa :

- ❖ Pembebanan akibat beban gravitasi dan beban gempa positif searah sumbu X.

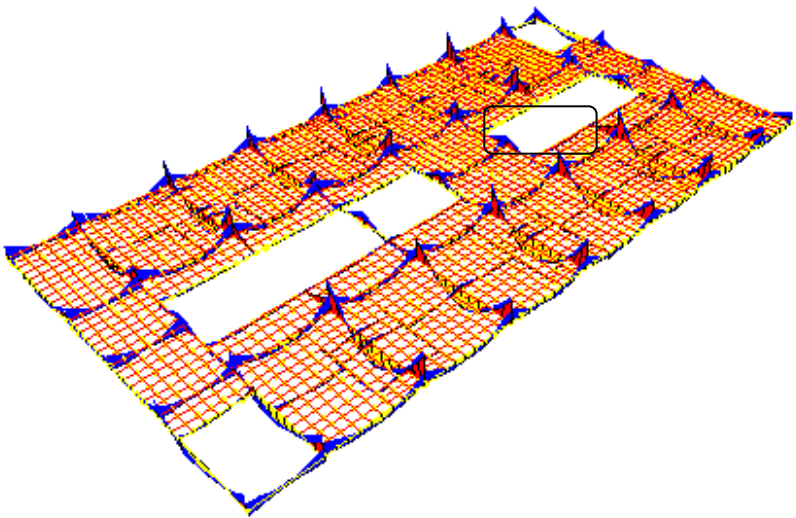
$$1,2 \text{ DL} + 1 \text{ LL} + 1,0 \text{ EQ}_x + 0,3 \text{ EQ}_y \text{ dan}$$

$$0,9 \text{ DL} + 1,0 \text{ EQ}_x + 0,3 \text{ EQ}_y$$

- ❖ Pembebanan akibat beban gravitasi dan beban gempa positif searah sumbu Y.

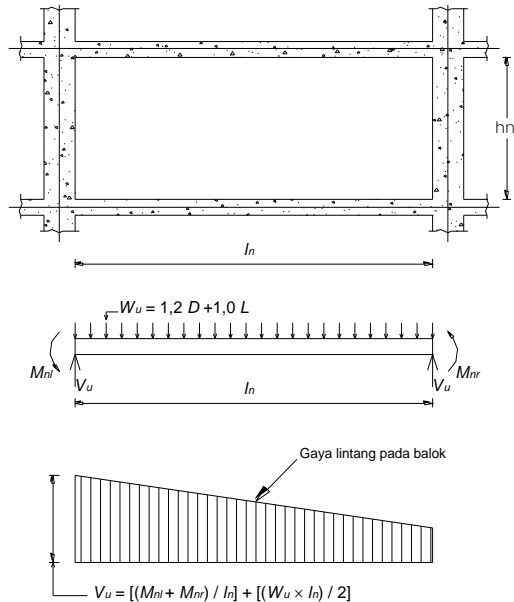
$$1,2 \text{ DL} + 1 \text{ LL} + 0,3 \text{ EQ}_x + 1,0 \text{ EQ}_y \text{ dan}$$

$$0,9 \text{ DL} + 0,3 \text{ EQ}_x + 1,0 \text{ EQ}_y$$



Gambar 4. 44 Denah Balok yang Ditinjau dan Diagram Gaya Dalam Momen  
Lentur Balok Lantai 3

Berdasarkan SNI 2847:2013, Pasal 21.3 untuk mendesain bangunan yang menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) seperti gambar berikut ini :

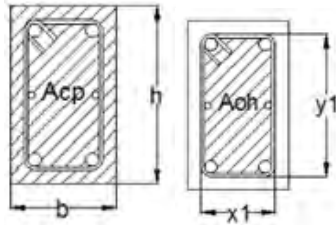


Gambar 4. 45 geser desain untuk rangka momen menengah

Periksa kecukupan dimensi penampang terhadap beban geser lentur dan puntir.

Ukuran penampang balok yang dipakai = 25/30





Gambar 4. 46 luasan Acp, Pcp dan Aoh

Luasan yang dibatasi oleh keliling luar irisan penampang beton

$$\begin{aligned}
 A_{cp} &= b_{\text{balok}} \times h_{\text{balok}} \\
 &= 250 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \\
 &= 75.000 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Parimeter luar irisan penampang beton Acp

$$\begin{aligned}
 P_{cp} &= 2 \times (b_{\text{balok}} + h_{\text{balok}}) \\
 &= 2 \times (250 \text{ mm} + 300 \text{ mm}) \\
 &= 1.100 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Luas penampang dibatasi as tulangan sengkang

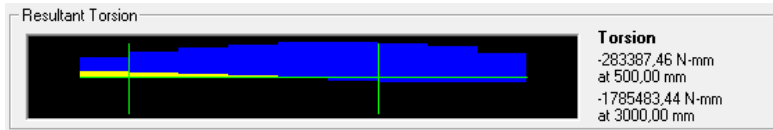
$$\begin{aligned}
 A_{oh} &= (b_{\text{balok}} - 2 \cdot t_{\text{decking}} - \emptyset_{\text{geser}}) \times (h_{\text{balok}} - 2 \cdot t_{\text{decking}} - \emptyset_{\text{geser}}) \\
 &= (250 \text{ mm} - (2.40 \text{ mm}) - 10 \text{ mm}) \times (300 \text{ mm} - (2.40 \text{ mm}) - 10 \text{ mm}) \\
 &= 33.600 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Keliling penampang dibatasi as tulangan sengkang

$$\begin{aligned}
 P_h &= 2 \cdot ((b_{\text{balok}} - 2 \cdot t_{\text{decking}} - \emptyset_{\text{geser}}) + (h_{\text{balok}} - 2 \cdot t_{\text{decking}} - \emptyset_{\text{geser}})) \\
 &= 2 \cdot ((250 \text{ mm} - (2 \cdot 40 \text{ mm}) - 10 \text{ mm}) + (300 \text{ mm} - (2 \cdot 40 \text{ mm}) - 10 \text{ mm})) \\
 &= 2 \times (310 \text{ mm} + 410 \text{ mm}) \\
 &= 2 \times 720 \text{ mm} = 740 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

### a. Perhitungan Penulangan Puntir

Berdasarkan hasil output diagram torsi pada SAP 2000 diperoleh momen puntir :



#### Momen Puntir Ultimate

Akibat kombinasi 1,2D + 1,0L + 0,3EX + 1,0EY

$$T_u = 1.785.483,44 \text{ Nmm}$$

#### Momen Puntir Nominal

$$\begin{aligned} T_n &= \frac{T_u}{\phi} \\ &= \frac{1.785.483,44 \text{ Nmm}}{0,75} \\ &= 2.380.644,59 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

#### Geser Ultimate

Akibat kombinasi 1,2D + 1,0L + 0,3EX + 1,0EY

$$V_u = 19.650,29 \text{ N}$$

Pengaruh puntir dapat diabaikan bila momen puntir terfaktor  $T_u$  besarnya kurang daripada :

$$\begin{aligned} T_{u_{\min}} &= \frac{\phi \sqrt{f'c'} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)}{12} \\ &= \frac{0,75 \sqrt{30} \left( \frac{75.000^2}{1.100} \right)}{12} \\ &= 1.750.533,74 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 11.5.1(a))

Sedangkan untuk momen puntir terfaktor maksimum  $T_u$  dapat diambil sebesar :

$$\begin{aligned} T_{u_{\max}} &= \frac{\varphi \sqrt{f_c'} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)}{3} \\ &= \frac{0,75 \sqrt{30}}{3} \left( \frac{75.000^2}{1.100} \right) \\ &= 7.002.134,99 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 11.5.2.2(a))

#### Cek Pengaruh Momen Puntir

$T_u < \frac{\varphi \sqrt{f_c'} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)}{12}$  maka tulangan puntir di abaikan

$T_u > \frac{\varphi \sqrt{f_c'} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)}{12}$  maka memerlukan tulangan puntir

1.785.483,44 Nmm > 7.002.134,99 Nmm (**memerlukan tulangan puntir**)

Jadi, penampang balok memerlukan penulangan puntir berupa tulangan memanjang.

#### Cek Kecukupan Penampang Menahan Momen Puntir

Dimensi penampang melintang harus memenuhi ketentuan berikut :

$$\begin{aligned} \sqrt{\left( \frac{V_u}{b \times d} \right)^2 + \left( \frac{T_u \times P_h}{1,7 \times A_o h^2} \right)^2} &\leq \varphi \left( \frac{\frac{1}{6} \sqrt{f_c'} \times b \times d}{b \times d} + \left( \frac{2 \sqrt{f_c'}}{3} \right) \right) \\ \sqrt{\left( \frac{16.167,12}{250 \times 240,5} \right)^2 + \left( \frac{1.785.483,44 \times 740}{1,7 \times (33.600)^2} \right)^2} &\leq 0,75 \left( \frac{\frac{1}{6} \sqrt{30} \times 250 \times 240,5}{250 \times 240,5} + \left( \frac{2 \sqrt{30}}{3} \right) \right) \end{aligned}$$

0,74 ≤ 3,42 (**memenuhi**)

(SNI 2847:2013 Pasal 11.5.3.1(a))

Maka, penampang balok mencukupi untuk menahan momen puntir.

#### Tulangan Puntir Untuk Lentur

Tulangan longitudinal tambahan yang diperlukan untuk menahan puntir direncanakan berdasarkan persamaan berikut:

$$A_l = \frac{A_t}{s} \times P_h \times \left( \frac{f_{yv}}{f_{yt}} \right) \times \cot^2 \theta$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 11.5.3.7)**

Dengan  $\frac{A_t}{s}$  dihitung dari persamaan dibawah :

$$T_n = \frac{2 \times A_o \times A_t \times f_{yt}}{s} \times \cot \theta$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 11.5.3.6)**

Dimana :

$$\begin{aligned} A_o &= 0,85 \times A_{oh} \\ &= 0,85 \times 33.600 \text{ mm}^2 \\ &= 28.560 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{A_t}{s} &= \frac{T_n}{2 \times A_o \times f_{yv} \times \cot \theta} \\ \frac{A_t}{s} &= \frac{2.380.644,59 \text{ Nmm}}{2 \times 33.600 \text{ mm}^2 \times 320 \text{ N/mm}^2 \times \cot 45} \\ \frac{A_t}{s} &= 0,13 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka tulangan puntir untuk lentur :

$$A_l = \frac{A_t}{s} \times P_h \times \left( \frac{f_{yv}}{f_{yt}} \right) \times \cot^2 \theta$$

$$= 0,13 \text{ mm} \times 740 \text{ mm} \times \left( \frac{320 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2} \right) \times \cot^2 45$$

$$= 77,10 \text{ mm}^2$$

Tetapi tidak boleh kurang dari :

$$A_{l \min} = \frac{5 \sqrt{f'c} A_{cp}}{12 \times f_{yt}} - \left( \frac{A_t}{s} \right) \times P_h \times \left( \frac{f_{yv}}{f_{yt}} \right)$$

$$=$$

$$\frac{5 \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 75.000 \text{ mm}^2}{12 \times 400 \text{ N/mm}^2} -$$

$$(0,13 \text{ mm}) \times 740 \text{ mm} \times \left( \frac{320 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2} \right)$$

$$= 350,80 \text{ mm}^2$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 11.5.5.3)**

Kontrol :

$A_{l \text{ perlu}} \leq A_{l \min}$  maka gunakan  $A_{l \min}$

$A_{l \text{ perlu}} \geq A_{l \min}$  maka gunakan  $A_{l \text{ perlu}}$

$77,10 \text{ mm}^2 \leq 350,80 \text{ mm}^2$  (**maka pakai  $A_{l \min}$** )

Maka dipakai tulangan puntir perlu sebesar  $350,80 \text{ mm}^2$

Luasan tulangan puntir untuk arah memanjang dibagi merata ke empat sisi pada penampang balok.

$$\frac{A_l}{4} = \frac{350,80 \text{ mm}^2}{4} = 87,70 \text{ mm}^2$$

Penulangan torsi pada tulangan memanjang :

Pada sisi atas = disalurkan pada tulangan tarik balok

Pada sisi bawah = disalurkan pada tulangan tekan balok

Maka, sisi atas dan bawah balok masing-masing mendapatkan tambahan luasan tulangan puntir sebesar  $87,70 \text{ mm}^2$ .

Pada sisi kanan dan kiri dipasang luasan tulangan puntir sebesar :

$$2 \times \frac{A_l}{4} = 2 \times 87,70 \text{ mm}^2 = 175,40 \text{ mm}^2$$

Luasan tulangan puntir

$$\begin{aligned} \text{Luas } \emptyset 16 &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (16\text{mm})^2 \\ &= 200,96 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan pasang puntir longitudinal (sisi tengah)

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tulangan pasang} &= \frac{A_{s\text{perlu}}}{\text{Luasan tulangan puntir}} \\ &= \frac{175,40 \text{ mm}^2}{200,96 \text{ mm}^2} \\ &= 0,87 \approx 2 \text{ Buah} \end{aligned}$$

Dipasang tulangan puntir 2  $\emptyset$  16

Luasan tulangan pasang puntir longitudinal (sisi tengah)

$$\begin{aligned} A_{s\text{pasang}} \text{ puntir} &= n_{\text{pasang}} \times \text{luasan tulangan puntir} \\ &= 2 \times 200,96 \text{ mm}^2 \\ &= 401,92 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol :

$$A_s \text{ pasang} \geq A_s \text{ perlu}$$

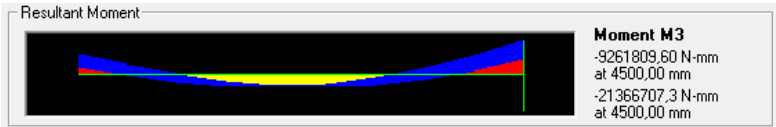
$$401,92 \text{ mm}^2 \geq 175,40 \text{ mm}^2 \text{ (**memenuhi**)}$$

Maka, pada tumpuan kiri, lapangan dan tumpuan kanan dipasang tulangan puntir sebesar 2 Ø 16.

## b. Perhitungan Penulangan Lentur

### ➤ DAERAH TUMPUAN KANAN

Diambil momen yang terbesar, akibat dari kombinasi :



$$1,2D + 1,0L + 1,0 EX + 0,3EY$$

$$Mu_{tumpuan} = 21.366.707,3 \text{ Nmm}$$

### Momen lentur nominal ( $M_n$ )

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{Mu_{tumpuan}}{\phi} \\ &= \frac{21.366.707,3 \text{ Nmm}}{0,8} \\ &= 26.708.384,12 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

### Garis netral dalam kondisi balance

$$\begin{aligned} X_b &= \frac{600}{600 + f_y} \times d \\ &= \frac{600}{600 + 400} \times 240,5 \text{ mm} \\ &= 144,30 \text{ mm} \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 10.2.2)

### Garis netral maksimum

$$\begin{aligned} X_{\max} &= 0,75 \times X_{\text{balance}} \\ &= 0,75 \times 144,30 \text{ mm} \\ &= 108,22 \text{ mm} \end{aligned}$$

Garis netral minimum

$$\begin{aligned} X_{\min} &= d' \\ &= 59,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Garis netral rencana (asumsi)

$$\begin{aligned} X_{\text{rencana}} &= 0,5 X_b \\ &= 0,5 \cdot 144,3 \text{ mm} \\ &= 72,15 \text{ mm} \end{aligned}$$

Komponen beton tertekan

$$\begin{aligned} Cc' &= 0,85 \times f_c' \times b \times \beta_1 \times X_{\text{rencana}} \\ &= 0,85 \times 30 \times 250 \text{ mm} \times 0,85 \times 72,15 \text{ mm} \\ &= 390.962,81 \text{ N} \end{aligned}$$

Luas tulangan lentur gaya tarik tulangan lentur tunggal

$$\begin{aligned} A_{sc} &= \frac{0,85 \times f_c' \times b \times \beta_1 \times X_{\text{rencana}}}{f_y} \\ &= \frac{0,85 \times 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 250 \text{ mm} \times 0,85 \times 72,15 \text{ mm}}{400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \\ &= 977,41 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Momen nominal tulangan lentur tunggal

$$\begin{aligned} M_{nc} &= A_{sc} \times f_y \times \left( d - \frac{\beta_1 \cdot X_{\text{rencana}}}{2} \right) \\ &= 977,41 \text{ mm}^2 \times 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times \left( 240,5 \text{ mm} - \frac{0,85 \times 72,15 \text{ mm}}{2} \right) \\ &= 82.038.170,46 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Cek momen nominal tulangan lentur rangkap

Syarat :

$$M_{ns} > 0 \quad \rightarrow \text{maka perlu tulangan lentur tekan}$$



$$M_{ns} \leq 0 \rightarrow \text{maka tidak perlu tulangan lentur tekan}$$

$$\begin{aligned} M_{ns} &= M_n - M_{nc} \\ &= 26.708.384,12 \text{ Nmm} - 82.038.170,46 \text{ Nmm} \\ &= -55.329.786,34 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Maka,  $M_{ns} > 0$  /  $M_{ns} \leq 0$

$M_{ns} = -55.329.786,34 \text{ Nmm} \leq 0$  (**tidak perlu tulangan lentur tekan**)

Sehingga untuk analisis selanjutnya digunakan perhitungan penulangan lentur tunggal.

#### ⇒ Perencanaan Tulangan Lentur Tunggal

$$\begin{aligned} m &= \frac{fy}{0,85 \times fc'} \\ &= \frac{400 \text{ N/mm}^2}{0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2} \\ &= 15,69 \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 10.3.5)

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{fy} \\ &= \frac{1,4}{400 \text{ N/mm}^2} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 10.5.1)

$$\begin{aligned} \rho_{\text{balance}} &= 0,85 \times \beta_1 \times \left( \frac{fc'}{fy} \right) \times \left( \frac{600}{600 + fy} \right) \\ &= 0,85 \times 0,85 \times \left( \frac{30 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2} \right) \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right) \end{aligned}$$

$$= 0,032$$

(SNI 2847:2013 Pasal 8.4.3)

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_{\text{balance}} \\ &= 0,75 \times 0,032 \\ &= 0,024\end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 49 pers. 3.6.1)**

$$\begin{aligned}R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\ &= \frac{26.708.384,12 \text{ Nmm}}{250 \text{ mm} \times (240,5 \text{ mm})^2} \\ &= 1,85 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,69} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 1,85 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2}} \right) \\ &= 0,0048\end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)**

Syarat :

$$\rho_{\min} \leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\max}$$

$$0,0035 \leq 0,0048 \leq 0,0244 \quad \rightarrow \text{memenuhi}$$

Maka, digunakan  $\rho_{\text{perlu}} = 0,0048$

Luasan tulangan lentur tarik pakai

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho_{\text{perlu}} \times b \times d \\
 &= 0,0048 \times 250 \times 240,5 \\
 &= 288,49 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tarik pakai (sisi atas)

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{A_s \text{ perlu}}{A_s \text{ tulangan pakai}} \\
 &= \frac{288,49 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19)^2} \\
 &= 1,02 \text{ buah} \approx \text{dipakai 2 buah}
 \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tarik (pasang sisi atas)

$$\begin{aligned}
 A_s \text{ pasang} &= n \text{ pasang} \times \text{luas D lentur} \\
 &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\
 &= 566,77 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol :

$$\begin{aligned}
 A_s \text{ pasang} &> A_s \text{ perlu} \\
 566,77 \text{ mm}^2 &> 288,49 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{memenuhi}
 \end{aligned}$$

Luasan tulangan perlu lentur ditambah luasan tambahan puntir longitudinal untuk lentur :

$$\begin{aligned}
 A_s \text{ perlu} &= A_s + \frac{A_t}{4} \\
 &= 288,49 \text{ mm}^2 + 87,7 \text{ mm}^2 \\
 &= 376,19 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tarik pakai setelah ditambah luasan tambahan puntir (sisi atas)

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{A_s \text{ tulangan pakai}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{376,19 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2} \\
 &= 1,33 \text{ buah} \approx \text{dipakai 2 buah}
 \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tarik setelah ditambah luasan tambahan puntir (pasang sisi atas)

$$\begin{aligned}
 \text{As pasang} &= n \text{ pasang} \times \text{luasan D lentur} \\
 &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\
 &= 566,77 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol :

$$\begin{aligned}
 \text{As pasang} &> \text{As perlu} \\
 566,77 \text{ mm}^2 &> 367,19 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{memenuhi}
 \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tekan ditambah luasan tambahan puntir longitudinal untuk lentur :

$$\begin{aligned}
 \text{As' perlu} &= \text{As} + \frac{A_l}{4} \\
 &= 0 \text{ mm}^2 + 87,7 \text{ mm}^2 \\
 &= 87,7 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tekan pakai (sisi bawah)

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{\text{As perlu}}{\text{As tulangan pakai}} \\
 &= \frac{87,7 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2} \\
 &= 0,31 \text{ buah} \approx \text{dipakai 2 buah}
 \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tekan pasang (sisi bawah)

$$\begin{aligned}
 \text{As pasang} &= n \text{ pasang} \times \text{luasan D lentur} \\
 &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\
 &= 566,77 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol :

As pasang > As perlu

$$566,77 \text{ mm}^2 > 87,7 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{memenuhi}$$

### Kontrol jarak spasi tulangan tarik

Syarat :

$$S_{maks} \geq S_{sejajar} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun 1 lapis}$$

$$S_{maks} \leq S_{sejajar} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun lebih dari 1 lapis}$$

Direncanakan dipakai tulangan :

tarik 1 lapis 2D19

tekan 1 lapis 2D19

### Kontrol Tulangan Tarik

$$\begin{aligned} S_{maks} &= \frac{b - (2 \times t_{decking}) - (2 \times \phi_{geser}) - (\text{jumlah tul.} \times D_{lentur})}{\text{jumlah tulangan} - 1} \\ &= \frac{250 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (2 \times 19 \text{ mm})}{2 - 1} \\ &= 112 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S_{maks} \geq S_{syarat \text{ sejajar}}$$

$$112 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm} \text{ (dipakai tulangan 1 lapis)}$$

### Kontrol Tulangan Tekan

$$\begin{aligned} S_{maks} &= \frac{b - (2 \times t_{decking}) - (2 \times \phi_{geser}) - (\text{jumlah tul.} \times D_{lentur})}{\text{jumlah tulangan} - 1} \\ &= \frac{250 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (2 \times 19 \text{ mm})}{2 - 1} \\ &= 112 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S_{maks} \geq S_{syarat \text{ sejajar}}$$

$$112 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm} \text{ (dipakai tulangan 1 lapis)}$$

Maka, dipakai tulangan lentur balok BA1 (25/30) untuk daerah tumpuan :

- Tulangan lentur tarik susun 1 lapis  
Lapis 1 = 2D19
- Tulangan lentur tekan susun 1 lapis  
Lapis 1 = 2D19

### **Cek syarat SRPMM untuk kekuatan lentur pada balok**

Kekuatan momen positif pada muka joint tidak boleh kurang dari sepertiga kekuatan momen negatif yang disediakan pada muka joint. Baik kekuatan momen negatif atau positif pada sembarang penampang sepanjang panjang balok tidak boleh kurang dari seperlima kekuatan momen maksimum yang disediakan pada muka salah satu joint.

$$M \text{ lentur tumpuan ( + ) } > \frac{1}{3} \times M \text{ lentur tumpuan ( - ) }$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 21.3.4.1)**

Maka berdasarkan pengecekan ini dilakukan dengan meninjau tulangan pasang.

$$\begin{aligned} \text{As pasang} &= 2\text{D}19 \\ &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times 19^2 \\ &= 566,77 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As' pasang} &= 2\text{D}19 \\ &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times 19^2 \\ &= 566,77 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

M lentur tumpuan ( + )  $> \frac{1}{3}$  x M lentur tumpuan ( - )

$$566,77 \text{ mm}^2 \geq \frac{1}{3} \times 566,77 \text{ mm}^2$$

$$566,77 \text{ mm}^2 \geq 188,9 \text{ mm}^2 \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Jadi, pada daerah tumpuan kiri, dipasang tulangan :

$$\text{Tulangan tarik} = 2D19$$

$$\text{Tulangan tekan} = 2D19$$

Kontrol kemampuan penampang :

$$\text{As pakai tulangan tarik} \quad 2D19 = 566,77 \text{ mm}^2$$

$$\text{As pakai tulangan tekan} \quad 2D19 = 566,77 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} \\ &= \frac{(566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2) - (566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2)}{0,85 \times 30 \times 250} \\ &= 0 \text{ mm} \end{aligned}$$

Gaya tekan beton :

$$C_c' = 0,85 \times f_c' \times b \times a$$

$$= 0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 400 \text{ mm} \times 0 \text{ mm}$$

$$= 0 \text{ N}$$

$$C_s' = A_s' \text{ pasang} \times f_y$$

$$= 566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2$$

$$= 226.708 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
 Mn_{\text{pasang}} &= Cc' \times \left(d - \frac{a}{2}\right) + Cs' \times (d - d') \\
 &= 0 \\
 &N \times \left(240,5 \text{ mm} - \frac{0 \text{ mm}}{2}\right) + 266.708 \text{ N} \times (240,5 \text{ mm} - 59,5 \text{ mm}) \\
 &= 41.034.148 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

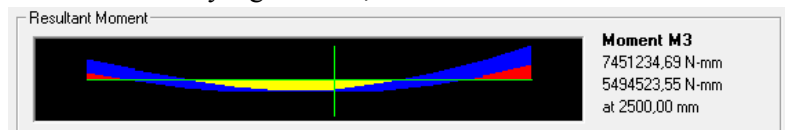
Maka,  $Mn_{\text{pasang}} > Mn_{\text{perlu}}$   
 $41.034.148 \text{ Nmm} > 26.708.384,12 \text{ Nmm}$  (**memenuhi**)

Jadi, penulangan lentur untuk balok anak BA1 (25/30) AS F-G 2 frame 987 pada daerah tumpuan kiri dipakai tulangan tarik 2 D19 dan tulangan tekan minimum 2D19 dengan susunan sebagai berikut :

- Tulangan tarik 1 lapis  
Lapis 1 : 2D19
- Tulangan tekan minimum 1 lapis  
Lapis 1 : 2D19

### ➤ DAERAH LAPANGAN

Diambil momen yang terbesar, akibat dari kombinasi :



Akibat kombinasi : 1,2D + 1,0L + 1,0 EX + 0,3EY

$$Mu_{\text{lapangan}} = 7.451.234,69 \text{ Nmm}$$

### Momen lentur nominal ( $Mn$ )

$$Mn = \frac{Mu_{\text{lapangan}}}{\phi}$$



$$= \frac{7.451.234,69 \text{ Nmm}}{0,8}$$

$$= 9.314.043,36 \text{ Nmm}$$

Garis netral dalam kondisi balance

$$X_b = \frac{600}{600 + f_y} \times d$$

$$= \frac{600}{600 + 400} \times 240,5 \text{ mm}$$

$$= 144,30 \text{ mm}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.2.2)**

Garis netral maksimum

$$X_{\max} = 0,75 \times X_{\text{balance}}$$

$$= 0,75 \times 144,30 \text{ mm}$$

$$= 108,22 \text{ mm}$$

Garis netral minimum

$$X_{\min} = d'$$

$$= 59,5 \text{ mm}$$

Garis netral rencana (asumsi)

$$X_{\text{rencana}} = 0,5 X_b$$

$$= 0,5 \cdot 144,3 \text{ mm}$$

$$= 72,15 \text{ mm}$$

Komponen beton tertekan

$$C_c' = 0,85 \times f_c' \times b \times \beta_1 \times X_{\text{rencana}}$$

$$= 0,85 \times 30 \times 250 \text{ mm} \times 0,85 \times 72,15 \text{ mm}$$

$$= 390.962,81 \text{ N}$$

Luas tulangan lentur gaya tarik tulangan lentur tunggal

$$\begin{aligned}
 Asc &= \frac{0,85 \times f_c' \times b \times \beta_1 \times X_{rencana}}{f_y} \\
 &= \frac{0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 250 \text{ mm} \times 0,85 \times 72,15 \text{ mm}}{400 \text{ N/mm}^2} \\
 &= 977,41 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Momen nominal tulangan lentur tunggal

$$\begin{aligned}
 Mnc &= Asc \times f_y \times \left( d - \frac{\beta_1 \cdot X_{rencana}}{2} \right) \\
 &= 977,41 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \times \left( 240,5 \text{ mm} - \frac{0,85 \times 72,15 \text{ mm}}{2} \right) \\
 &= 82.038.170,46 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Cek momen nominal tulangan lentur rangkap

Syarat :

$$Mns > 0 \rightarrow \text{maka perlu tulangan lentur tekan}$$

$$Mns \leq 0 \rightarrow \text{maka tidak perlu tulangan lentur tekan}$$

$$\begin{aligned}
 Mns &= Mn - Mnc \\
 &= 9.314.043,36 \text{ Nmm} - 82.038.170,46 \text{ Nmm} \\
 &= -72.724.127,10 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Maka,  $Mns > 0 / Mns \leq 0$

$Mns = -72.724.127,10 \text{ Nmm} \leq 0$  (**tidak perlu tulangan lentur tekan**)

Sehingga untuk analisis selanjutnya digunakan perhitungan penulangan lentur tunggal.

⇒ **Perencanaan Tulangan Lentur Tunggal**

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} \\ &= \frac{400 \text{ N/mm}^2}{0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2} \\ &= 15,69 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.3.5)**

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400 \text{ N/mm}^2} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.5.1)**

$$\begin{aligned} \rho_{\text{balance}} &= 0,85 \times \beta_1 \times \left( \frac{f_c'}{f_y} \right) \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= 0,85 \times 0,85 \times \left( \frac{30 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2} \right) \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,032 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 8.4.3)**

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_{\text{balance}} \\ &= 0,75 \times 0,032 \\ &= 0,024 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 49 pers. 3.6.1)**

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\ &= \frac{9.314.043,36 \text{ Nmm}}{250 \text{ mm} \times (240,5 \text{ mm})^2} \\ &= 0,64 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{15,67} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,67 \times 0,64 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2}} \right) \\
 &= 0,0016
 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)**

Syarat :

$$\rho_{\min} \leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\max}$$

$$0,0035 \geq 0,0016 \leq 0,024 \quad \rightarrow \text{memenuhi}$$

Maka, digunakan  $\rho_{\text{perlu}} = 0,0035$

Luasan tulangan lentur tarik pakai

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho_{\text{perlu}} \times b \times d \\
 &= 0,0035 \times 250 \times 240,5 \\
 &= 210,44 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tarik pakai (sisi atas)

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{A_s \text{ perlu}}{A_s \text{ tulangan pakai}} \\
 &= \frac{210,44 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19)^2} \\
 &= 0,74 \text{ buah} \approx \text{dipakai 2 buah}
 \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tarik (pasang sisi atas)

$$\begin{aligned}
 A_s \text{ pasang} &= n \text{ pasang} \times \text{luas D lentur} \\
 &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\
 &= 566,77 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol :

As pasang > As perlu

$566,77 \text{ mm}^2 > 210,44 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{memenuhi}$

Luasan tulangan perlu lentur ditambah luasan tambahan puntir longitudinal untuk lentur :

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= A_s + \frac{A_l}{4} \\ &= 210,44 \text{ mm}^2 + 87,7 \text{ mm}^2 \\ &= 298,14 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tarik pakai setelah ditambah luasan tambahan puntir (sisi atas)

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_s \text{ perlu}}{A_s \text{ tulangan pakai}} \\ &= \frac{298,14 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2} \\ &= 1,05 \text{ buah} \approx \text{dipakai 2 buah} \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tarik setelah ditambah luasan tambahan puntir (pasang sisi atas)

$$\begin{aligned} \text{As pasang} &= n \text{ pasang} \times \text{luasan D lentur} \\ &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\ &= 566,77 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol :

As pasang > As perlu

$566,77 \text{ mm}^2 > 298,14 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{memenuhi}$

Luasan tulangan perlu lentur ditambah luasan tambahan puntir longitudinal untuk lentur :

$$\text{As perlu} = A_s + \frac{A_l}{4}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0 \text{ mm}^2 + 87,7 \text{ mm}^2 \\
 &= 87,7 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tekan pakai (sisi bawah)

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{As_{\text{perlu}}}{As_{\text{tulangan pakai}}} \\
 &= \frac{87,7 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2} \\
 &= 0,31 \text{ buah} \approx \text{dipakai 2 buah}
 \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tekan pasang (sisi bawah)

$$\begin{aligned}
 As_{\text{pasang}} &= n_{\text{pasang}} \times \text{luasan } D_{\text{lentur}} \\
 &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\
 &= 566,77 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol :

$$\begin{aligned}
 As_{\text{pasang}} &> As_{\text{perlu}} \\
 566,77 \text{ mm}^2 &> 87,7 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \text{memenuhi}
 \end{aligned}$$

Kontrol jarak spasi tulangan tarik

Syarat :

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{sejajar}} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun 1 lapis}$$

$$S_{\text{maks}} \leq S_{\text{sejajar}} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun lebih dari 1 lapis}$$

*Direncanakan dipakai tulangan tarik 1 lapis 2D19 dan tulangan tekan 1 lapis 2D19*

**Kontrol Tulangan Tarik**

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &= \frac{b - (2 \times t_{\text{decking}}) - (2 \times \emptyset_{\text{geser}}) - (\text{jumlah tul. } \times D_{\text{lentur}})}{\text{jumlah tulangan} - 1} \\
 &= \frac{250 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (2 \times 19 \text{ mm})}{2 - 1} \\
 &= 112 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$S_{maks} \geq S_{syarat\ sejar}$$

$$112\text{ mm} \geq 25\text{ mm (dipakai tulangan 1 lapis)}$$

### **Kontrol Tulangan Tekan**

$$\begin{aligned} S_{maks} &= \frac{b - (2 \times t_{decking}) - (2 \times \phi_{geser}) - (\text{jumlah tul.} \times D_{lentur})}{\text{jumlah tulangan} - 1} \\ &= \frac{250\text{ mm} - (2 \times 40\text{ mm}) - (2 \times 10\text{ mm}) - (2 \times 19\text{ mm})}{2 - 1} \\ &= 112\text{ mm} \end{aligned}$$

$$S_{maks} \geq S_{syarat\ sejar}$$

$$112\text{ mm} \geq 25\text{ mm (dipakai tulangan 1 lapis)}$$

Maka, dipakai tulangan lentur balok BA1 (25/30) untuk daerah lapangan :

- Tulangan lentur tarik susun 1 lapis

$$\text{Lapis 1} = 2D19$$

- Tulangan lentur tekan susun 1 lapis

$$\text{Lapis 1} = 2D19$$

### **Cek syarat SRPMM untuk kekuatan lentur pada balok**

Kekuatan momen positif pada muka joint tidak boleh kurang dari sepertiga kekuatan momen negatif yang disediakan pada muka joint. Baik kekuatan momen negatif atau positif pada sembarang penampang sepanjang panjang balok tidak boleh kurang dari seperlima kekuatan momen maksimum yang disediakan pada muka salah satu joint.

$$M_{\text{lentur tumpuan (+)}} > \frac{1}{3} \times M_{\text{lentur tumpuan (-)}}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 21.3.4.1)**

Maka berdasarkan pengecekan ini dilakukan dengan meninjau tulangan pasang.

$$\begin{aligned} \text{As pasang} &= 2\text{D19} \\ &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times 19^2 \\ &= 566,77 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As' pasang} &= 2\text{D19} \\ &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times 19^2 \\ &= 566,77 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{M lentur tumpuan (+)} &> \frac{1}{3} \times \text{M lentur tumpuan (-)} \\ 566,77 \text{ mm}^2 &\geq \frac{1}{3} \times 566,77 \text{ mm}^2 \\ 566,77 \text{ mm}^2 &\geq 188,9 \text{ mm}^2 \quad (\text{memenuhi}) \end{aligned}$$

Jadi, pada daerah tumpuan kiri, dipasang tulangan :

Tulangan tarik = 2D19

Tulangan tekan = 2D19

Kontrol kemampuan penampang :

$$\text{As pakai tulangan tarik} \quad 2\text{D19} = 566,77 \text{ mm}^2$$

$$\text{As pakai tulangan tekan} \quad 2\text{D19} = 566,77 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} a &= \frac{As \times fy}{0,85 \times fc' \times b} \\ &= \frac{(566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2) - (566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2)}{0,85 \times 30 \times 250} \\ &= 0 \text{ mm} \end{aligned}$$

Gaya tekan beton :

$$Cc' = 0,85 \times fc' \times b \times a$$



$$= 0,85 \times 30 \frac{N}{mm^2} \times 400 \text{ mm} \times 0 \text{ mm}$$

$$= 0 \text{ N}$$

$$Cs' = As' \text{ pasang} \times fy$$

$$= 566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \frac{N}{mm^2}$$

$$= 266.708 \text{ N}$$

$$Mn_{\text{pasang}} = Cc' \times \left(d - \frac{a}{2}\right) + Cs' \times (d - d')$$

$$= 0$$

$$N \times \left(240,5 \text{ mm} - \frac{0 \text{ mm}}{2}\right) + 266.708 \text{ N} \times (240,5 \text{ mm} - 59,5 \text{ mm})$$

$$= 41.034.148 \text{ Nmm}$$

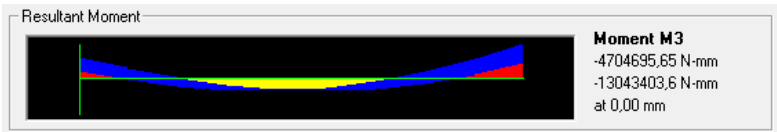
Maka,  $Mn_{\text{pasang}} > Mn_{\text{perlu}}$   
 $41.034.148 \text{ Nmm} > 26.708.384,12 \text{ Nmm}$  (**memenuhi**)

Jadi, penulangan lentur untuk balok anak BA1 (25/30) AS F-G 2 frame 987 pada daerah tumpuan kiri dipakai tulangan tarik 2 D19 dan tulangan tekan minimum 2D19 dengan susunan sebagai berikut :

- Tulangan tarik 1 lapis  
Lapis 1 : 2D19
- Tulangan tekan minimum 1 lapis  
Lapis 1 : 2D19

### ➤ DAERAH TUMPUAN KIRI

Diambil momen yang terbesar, akibat dari kombinasi :



$$1,2D + 1,0L + 1,0 EX + 0,3EY$$

$$Mu_{tumpuan} = 13.043.403,6 \text{ Nmm}$$

Momen lentur nominal ( $M_n$ )

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{Mu_{tumpuan}}{\phi} \\ &= \frac{13.043.403,6 \text{ Nmm}}{0,8} \\ &= 16.304.254,5 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Garis netral dalam kondisi balance

$$\begin{aligned} X_b &= \frac{600}{600 + f_y} \times d \\ &= \frac{600}{600 + 400} \times 240,5 \text{ mm} \\ &= 144,30 \text{ mm} \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 10.2.2)

Garis netral maksimum

$$\begin{aligned} X_{\max} &= 0,75 \times X_{\text{balance}} \\ &= 0,75 \times 144,30 \text{ mm} \\ &= 108,22 \text{ mm} \end{aligned}$$

Garis netral minimum

$$\begin{aligned} X_{\min} &= d' \\ &= 59,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Garis netral rencana (asumsi)

$$\begin{aligned}
 X_{rencana} &= 0,5 X_b \\
 &= 0,5 \cdot 144,3 \text{ mm} \\
 &= 72,15 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Komponen beton tertekan

$$\begin{aligned}
 C_c' &= 0,85 \times f_c' \times b \times \beta_1 \times X_{rencana} \\
 &= 0,85 \times 30 \times 250 \text{ mm} \times 0,85 \times 72,15 \text{ mm} \\
 &= 390.962,81 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Luas tulangan lentur gaya tarik tulangan lentur tunggal

$$\begin{aligned}
 A_{sc} &= \frac{0,85 \times f_c' \times b \times \beta_1 \times X_{rencana}}{f_y} \\
 &= \frac{0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 250 \text{ mm} \times 0,85 \times 72,15 \text{ mm}}{400 \text{ N/mm}^2} \\
 &= 977,41 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Momen nominal tulangan lentur tunggal

$$\begin{aligned}
 M_{nc} &= A_{sc} \times f_y \times \left( d - \frac{\beta_1 \cdot X_{rencana}}{2} \right) \\
 &= 977,41 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \times \left( 240,5 \text{ mm} - \frac{0,85 \times 72,15 \text{ mm}}{2} \right) \\
 &= 82.038.170,46 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Cek momen nominal tulangan lentur rangkap

Syarat :

$$M_{ns} > 0 \rightarrow \text{maka perlu tulangan lentur tekan}$$

$$M_{ns} \leq 0 \rightarrow \text{maka tidak perlu tulangan lentur tekan}$$

$$\begin{aligned}
 M_{ns} &= M_n - M_{nc} \\
 &= 13.043.403,6 \text{ Nmm} - 82.038.170,46 \text{ Nmm} \\
 &= -65.733.915,96 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Maka,  $M_{ns} > 0$  /  $M_{ns} \leq 0$

$M_{ns} = -65.733.915,96 \text{ Nmm} \leq 0$  (**tidak perlu tulangan lentur tekan**)

Sehingga untuk analisis selanjutnya digunakan perhitungan penulangan lentur tunggal.

### ⇒ **Perencanaan Tulangan Lentur Tunggal**

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} \\ &= \frac{400 \text{ N/mm}^2}{0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2} \\ &= 15,69 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.3.5)**

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400 \text{ N/mm}^2} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.5.1)**

$$\begin{aligned} \rho_{\text{balance}} &= 0,85 \times \beta_1 \times \left( \frac{f_c'}{f_y} \right) \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= 0,85 \times 0,85 \times \left( \frac{30 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2} \right) \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,032 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 8.4.3)**

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_{\text{balance}} \\ &= 0,75 \times 0,032 \\ &= 0,024 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 49 pers. 3.6.1)**

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{Mn}{b \times d^2} \\ &= \frac{13.043.403,6 \text{ Nmm}}{250 \text{ mm} \times (240,5 \text{ mm})^2} \\ &= 1,13 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,69} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 1,13 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2}} \right) \\ &= 0,0029 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)**

Syarat :

$$\rho_{\min} \leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\max}$$

$$0,0035 \geq 0,0029 \leq 0,0244 \quad \rightarrow \text{memenuhi}$$

Maka, digunakan  $\rho_{\text{perlu}} = 0,0029 \times 1,3 = 0,0037$

Luasan tulangan lentur tarik pakai

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{perlu}} \times b \times d \\ &= 0,0037 \times 250 \times 240,5 \\ &= 225,43 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tarik pakai (sisi atas)

$$n = \frac{A_{s \text{ perlu}}}{A_{s \text{ tulangan pakai}}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{225,43 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19)^2} \\
 &= 0,79 \text{ buah} \approx \text{dipakai 2 buah}
 \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tarik (pasang sisi atas)

$$\begin{aligned}
 \text{As pasang} &= n \text{ pasang} \times \text{luasan D lentur} \\
 &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\
 &= 566,77 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol :

$$\begin{aligned}
 \text{As pasang} &> \text{As perlu} \\
 566,77 \text{ mm}^2 &> 225,43 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{memenuhi}
 \end{aligned}$$

Luasan tulangan perlu lentur ditambah luasan tambahan puntir longitudinal untuk lentur :

$$\begin{aligned}
 \text{As perlu} &= \text{As} + \frac{A_l}{4} \\
 &= 225,43 \text{ mm}^2 + 87,7 \text{ mm}^2 \\
 &= 313,13 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tarik pakai setelah ditambah luasan tambahan puntir (sisi atas)

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{\text{As perlu}}{\text{As tulangan pakai}} \\
 &= \frac{313,13 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2} \\
 &= 1,1 \text{ buah} \approx \text{dipakai 2 buah}
 \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tarik setelah ditambah luasan tambahan puntir (pasang sisi atas)

$$\begin{aligned}
 \text{As pasang} &= n \text{ pasang} \times \text{luasan D lentur} \\
 &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\
 &= 566,77 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kontrol :

As pasang > As perlu

$$566,77 \text{ mm}^2 > 313,13 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{memenuhi}$$

Luasan tulangan lentur tekan ditambah luasan tambahan puntir longitudinal untuk lentur :

$$\begin{aligned} \text{As' perlu} &= \text{As} + \frac{A_l}{4} \\ &= 0 \text{ mm}^2 + 87,7 \text{ mm}^2 \\ &= 87,7 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tekan pakai (sisi bawah)

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{As perlu}}{\text{As tulangan pakai}} \\ &= \frac{87,7 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2} \\ &= 0,31 \text{ buah} \approx \text{dipakai 2 buah} \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tekan pasang (sisi bawah)

$$\begin{aligned} \text{As pasang} &= n \text{ pasang} \times \text{luas D lentur} \\ &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\ &= 566,77 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol :

As pasang > As perlu

$$566,77 \text{ mm}^2 > 87,7 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{memenuhi}$$

Kontrol jarak spasi tulangan tarik

Syarat :

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{sejajar}} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun 1 lapis}$$

$$S_{\text{maks}} \leq S_{\text{sejajar}} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun lebih dari 1 lapis}$$

Direncanakan dipakai tulangan :

tarik 1 lapis 2D19

tekan 1 lapis 2D19

### **Kontrol Tulangan Tarik**

$$\begin{aligned} S_{\text{maks}} &= \frac{b - (2 \times t_{\text{decking}}) - (2 \times \phi_{\text{geser}}) - (\text{jumlah tul. } \times D_{\text{lentur}})}{\text{jumlah tulangan} - 1} \\ &= \frac{250 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (2 \times 19 \text{ mm})}{2 - 1} \\ &= 112 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{syarat sejajar}}$$

$$112 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm} \text{ (dipakai tulangan 1 lapis)}$$

### **Kontrol Tulangan Tekan**

$$\begin{aligned} S_{\text{maks}} &= \frac{b - (2 \times t_{\text{decking}}) - (2 \times \phi_{\text{geser}}) - (\text{jumlah tul. } \times D_{\text{lentur}})}{\text{jumlah tulangan} - 1} \\ &= \frac{250 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (2 \times 19 \text{ mm})}{2 - 1} \\ &= 112 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{syarat sejajar}}$$

$$112 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm} \text{ (dipakai tulangan 1 lapis)}$$

Maka, dipakai tulangan lentur balok BA1 (25/30) untuk daerah tumpuan :

- Tulangan lentur tarik susun 1 lapis

Lapis 1 = 2D19

- Tulangan lentur tekan susun 1 lapis

Lapis 1 = 2D19



**Cek syarat SRPMM untuk kekuatan lentur pada balok**

Kekuatan momen positif pada muka joint tidak boleh kurang dari sepertiga kekuatan momen negatif yang disediakan pada muka joint. Baik kekuatan momen negatif atau positif pada sembarang penampang sepanjang panjang balok tidak boleh kurang dari seperlima kekuatan momen maksimum yang disediakan pada muka salah satu joint.

$$M \text{ lentur tumpuan ( + ) } > \frac{1}{3} \times M \text{ lentur tumpuan ( - )}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 21.3.4.1)**

Maka berdasarkan pengecekan ini dilakukan dengan meninjau tulangan pasang.

$$\begin{aligned} \text{As pasang} &= 2D19 \\ &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times 19^2 \\ &= 566,77 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As' pasang} &= 2D19 \\ &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times 19^2 \\ &= 566,77 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$M \text{ lentur tumpuan ( + ) } > \frac{1}{3} \times M \text{ lentur tumpuan ( - )}$$

$$\begin{aligned} 566,77 \text{ mm}^2 &\geq \frac{1}{3} \times 566,77 \text{ mm}^2 \\ 566,77 \text{ mm}^2 &\geq 188,9 \text{ mm}^2 \quad \textbf{(memenuhi)} \end{aligned}$$

Jadi, pada daerah tumpuan kiri, dipasang tulangan :

$$\text{Tulangan tarik} = 2D19$$

$$\text{Tulangan tekan} = 2D19$$

Kontrol kemampuan penampang :

As pakai tulangan tarik 2D19 = 566,77 mm<sup>2</sup>

As pakai tulangan tekan 2D19 = 566,77 mm<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{As \times fy}{0,85 \times fc' \times b} \\
 &= \frac{(566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2) - (566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2)}{0,85 \times 30 \times 250} \\
 &= 0 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Gaya tekan beton :

$$\begin{aligned}
 Cc' &= 0,85 \times fc' \times b \times a \\
 &= 0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 400 \text{ mm} \times 0 \text{ mm} \\
 &= 0 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Cs' &= As' \text{ pasang} \times fy \\
 &= 566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 266.708 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mn_{\text{pasang}} &= Cc' \times \left(d - \frac{a}{2}\right) + Cs' \times (d - d') \\
 &= 0 \\
 N \times \left(240,5 \text{ mm} - \frac{0 \text{ mm}}{2}\right) &+ 266.708 \text{ N} \times (240,5 \text{ mm} - 59,5 \text{ mm}) \\
 &= 41.034.148 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Maka,  $Mn_{\text{pasang}} > Mn_{\text{perlu}}$

41.034.148 Nmm > 26.708.384,12 Nmm (**memenuhi**)

Jadi, penulangan lentur untuk balok anak BA1 (25/30) AS F-G 2 frame 987 pada daerah tumpuan kiri dipakai tulangan

tarik 2 D19 dan tulangan tekan minimum 2D19 dengan susunan sebagai berikut :

- Tulangan tarik 1 lapis  
Lapis 1 : 2D19
  
- Tulangan tekan minimum 1 lapis  
Lapis 1 : 2D19

### c. Perhitungan Penulangan Geser

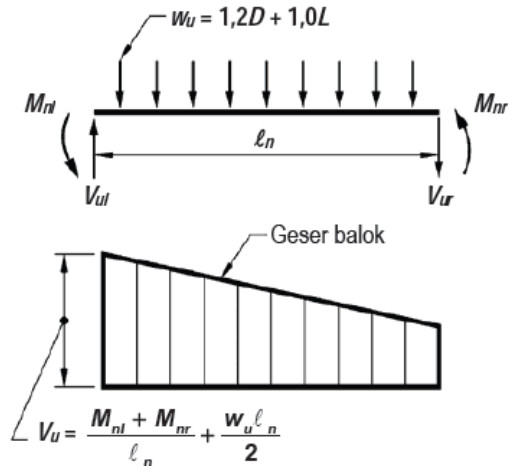
Dengan data balok sebagai berikut :

$f_c'$	= 30 MPa
$f_y$	= 320 MPa
$\beta_1$	= 0,85
$\Phi$ reduksi	= 0,75

(SNI 2847:2013 Pasal 9.3.2.3)

Lebar balok (b)	= 400 mm
Tinggi balok (h)	= 500 mm
Ø tulangan sengkang	= 10 mm
Ø tulangan geser	= 10 mm

Berdasarkan perhitungan tulangan lentur pada BY1 (40/50), didapat :



Gambar 4. 47 Perencanaan Geser Untuk Balok SRPMM

### Hasil Output Diagram Gaya Geser dari SAP

Berdasarkan hasil output dan diagram gaya dalam akibat kombinasi 1,2D + 1,0L dari analisa SAP 2000 didapatkan :



Gaya geser terfaktor  $V_u = 17.014,51$  N

### Momen Nominal Kiri

Momen nominal kiri diperoleh dari hasil perhitungan tulangan lentur tumpuan kiri dengan luasan tulangan sebagai berikut :

As pakai tulangan tarik  $2D19 = 566,77 \text{ mm}^2$   
 As pakai tulangan tekan  $2D19 = 566,77 \text{ mm}^2$

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{As \times fy}{0,85 \times fc' \times b} \\
 &= \frac{(566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2) - (566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2)}{0,85 \times 30 \times 250} \\
 &= 0 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Gaya tekan beton :

$$\begin{aligned}
 Cc' &= 0,85 \times fc' \times b \times a \\
 &= 0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 400 \text{ mm} \times 0 \text{ mm} \\
 &= 0 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Cs' &= As' \text{ pasang} \times fy \\
 &= 566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 266.708 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mn_{\text{pasang}} &= Cc' \times \left(d - \frac{a}{2}\right) + Cs' \times (d - d') \\
 &= 0 \\
 N \times \left(240,5 \text{ mm} - \frac{0 \text{ mm}}{2}\right) &+ 266.708 \text{ N} \times (240,5 \text{ mm} - 59,5 \text{ mm}) \\
 &= 41.034.148 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

### **Momen Nominal Kanan**

Momen nominal kanan diperoleh dari hasil perhitungan tulangan lentur tumpuan kanan dengan luasan tulangan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{As pakai tulangan tarik} & \quad 2D19 = 566,77 \text{ mm}^2 \\
 \text{As pakai tulangan tekan} & \quad 2D19 = 566,77 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{As \times fy}{0,85 \times fc' \times b} \\
 &= \frac{(566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2) - (566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2)}{0,85 \times 30 \times 250} \\
 &= 0 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Gaya tekan beton :

$$\begin{aligned}
 Cc' &= 0,85 \times fc' \times b \times a \\
 &= 0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 400 \text{ mm} \times 0 \text{ mm} \\
 &= 0 \text{ N}
 \end{aligned}$$

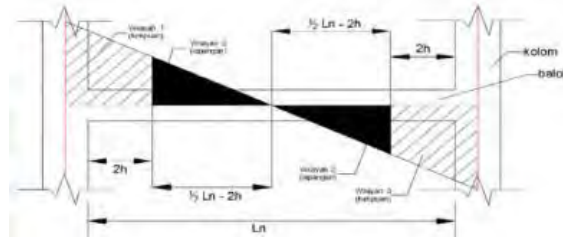
$$\begin{aligned}
 Cs' &= As' \text{ pasang} \times fy \\
 &= 566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 266.708 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mn_{\text{pasang}} &= Cc' \times \left(d - \frac{a}{2}\right) + Cs' \times (d - d') \\
 &= 0 \\
 N \times \left(240,5 \text{ mm} - \frac{0 \text{ mm}}{2}\right) &+ 266.708 \text{ N} \times (240,5 \text{ mm} - 59,5 \text{ mm}) \\
 &= 41.034.148 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Pembagian wilayah geser balok

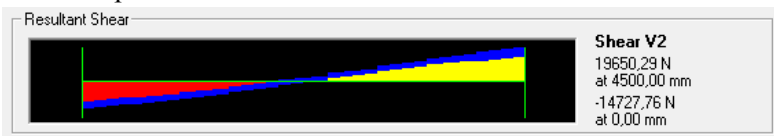
Wilayah balok dibagi menjadi 2 wilayah, yaitu :

1. Wilayah 1 dan 3 daerah tumpuan sejarak dua kali tinggi balok dari muka kolom ke arah tengah bentang.
2. Wilayah 2 daerah lapangan dimulai dari akhir wilayah tumpuan sampai ke tengah bentang balok.



### 1. Pada wilayah 1 dan 3 (Daerah tumpuan)

Berdasarkan hasil output dan diagram gaya dalam akibat kombinasi 1,2D + 1,0L + 0,3EX + 1,0EY dari analisa SAP 2000 didapatkan :



Gaya geser terfaktor  $V_u = 19.650,29 \text{ N}$   
(dimana  $V_u$  diambil tepat pada muka kolom)

Gaya geser pada ujung perletakan diperoleh dari :

$$V_{u1} = \frac{Mn_1 + Mnr}{Ln} + \frac{Wu \times Ln}{2}$$

$$V_{u1} = \frac{Mn_1 + Mnr}{Ln} + Vu$$

Dimana :

$V_{u1}$  = Gaya geser pada muka perletakan

$Mn_1$  = Momen nominal aktual balok daerah tumpuan (kiri)

$Mnr$  = Momen nominal aktual balok daerah tumpuan (kanan)

$Ln$  = Panjang balok bersih

$$\begin{aligned}
 V_{u1} &= \frac{Mn_1 + Mn_r}{Ln} + Vu \text{ tumpuan} \\
 &= \frac{41.043.148 \text{ Nmm} + 41.043.148 \text{ Nmm}}{4500 \text{ mm}} + 17.014,51 \text{ N} \\
 &= 35.251,91 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Syarat kuat tekan beton ( $f_c'$ )

Nilai  $\sqrt{f_c'}$  yang digunakan tidak boleh melebihi 8,3 MPa.

**(SNI 2847:2013 Pasal 11.1.2)**

$$\begin{aligned}
 \sqrt{f_c'} &\leq 8,3 \text{ MPa} \\
 \sqrt{30} &\leq 8,3 \text{ MPa} \\
 5,48 \text{ MPa} &\leq 8,3 \text{ MPa} \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Kuat geser beton

$$\begin{aligned}
 V_c &= \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \\
 &= \frac{1}{6} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 250 \text{ mm} \times 240,5 \text{ mm} \\
 &= 54.886,36 \text{ N}
 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 11.2.1.1)**

Kuat geser tulangan geser

$$\begin{aligned}
 V_{s_{\min}} &= \frac{1}{3} \times b \times d \\
 &= \frac{1}{3} \times 250 \text{ mm} \times 240,5 \text{ mm} \\
 &= 20.041,67 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{s_{\max}} &= \frac{1}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \\
 &= \frac{1}{3} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 250 \text{ mm} \times 240,5 \text{ mm} \\
 &= 109.772,67 \text{ N}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 2V_{S_{\max}} &= \frac{2}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \\
 &= \frac{2}{3} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 250 \text{ mm} \times 240,5 \text{ mm} \\
 &= 219.545,46 \text{ N}
 \end{aligned}$$

**Cek Kondisi :**

Kondisi 1

$$\begin{aligned}
 V_u \leq 0,5 \times \emptyset \times V_c &\quad \rightarrow \text{Tidak perlu tulangan geser} \\
 35.251,91 \text{ N} \leq 20.582,39 \text{ N} &\quad \text{(tidak memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Kondisi 2

$$\begin{aligned}
 0,5 \times \emptyset \times V_c \leq V_u \leq \emptyset \times V_c &\quad \rightarrow \text{Tulangan geser minimum} \\
 20.582,39 \text{ N} \leq 35.251,91 \text{ N} \leq 41.164,77 \text{ N} &\quad \text{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Maka perencanaan penulangan geser balok diambil berdasarkan kondisi 2.

$$\begin{aligned}
 V_{S_{\text{perlu}}} &= \frac{bw \cdot d}{3} \\
 &= \frac{250 \cdot 245,5}{3} \\
 &= 20.041,67 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Direncanakan menggunakan tulangan geser Ø10 mm dengan sengkang 2 kaki, maka luasan tulangan geser :

$$\begin{aligned}
 A_v \text{ perlu} &= (0,25 \times 3,14 \times d^2) \times n \text{ kaki} \\
 &= (0,25 \times 3,14 \times (10 \text{ mm})^2) \times 2 \\
 &= 157 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Jarak tulangan geser perlu (S perlu)

$$S_{\text{perlu}} = \frac{A_v \times f_{yv} \times d}{V_{S_{\text{perlu}}}}$$

$$= \frac{157 \text{ mm}^2 \times 320 \text{ N/mm}^2 \times 440,5 \text{ mm}}{20.041,67 \text{ N}}$$

$$= 602,88 \text{ mm}$$

Maka dipasang tulangan geser dengan jarak 50 mm

Kontrol jarak spasi tulangan geser

$$S_{\max} \leq \frac{d}{2}$$

$$50 \text{ mm} \leq \frac{240,5 \text{ mm}}{2}$$

$$50 \text{ mm} \leq 120,25 \text{ mm} \quad \text{(memenuhi)}$$

$$S_{\max} \leq 600 \text{ mm}$$

$$50 \text{ mm} \leq 600 \text{ mm} \quad \text{(memenuhi)}$$

Sehingga dipakai tulangan geser Ø10 - 50 mm

### **Cek Persyaratan SRPMM Untuk Kekuatan Geser Balok**

Pada kedua ujung balok, sengkang harus disediakan sepanjang panjang tidak kurang dari 2h diukur dari muka komponen struktur penumpu ke arah tengah bentang. Sengkang pertama harus ditempatkan tidak lebih dari 50 mm dari muka komponen struktur penumpu. Spasi sengkang tidak boleh melebihi yang terkecil dari (a), (b), (c), dan (d).

- a.  $\frac{d}{4}$ ;
- b. Delapan kali diameter batang tulangan longitudinal terkecil yang dilingkupi;
- c. 24 kali diameter batang tulangan sengkang;
- d. 300 mm.

**(SNI 2847:2013 Pasal 21.3.4.2)**

$$\begin{aligned}
 \text{a. } S_{\text{pakai}} &\leq \frac{d}{4} \\
 50 \text{ mm} &\leq \frac{240,5 \text{ mm}}{4} \\
 50 \text{ mm} &\leq 60,125 \text{ mm} \quad \quad \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. } S_{\text{pakai}} &\leq 8 \times D_{\text{lentur}} \\
 50 \text{ mm} &\leq 8 \times 19 \text{ mm} \\
 50 \text{ mm} &\leq 152 \text{ mm} \quad \quad \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. } S_{\text{pakai}} &\leq 24 \times D_{\text{senggang}} \\
 50 \text{ mm} &\leq 24 \times 10 \text{ mm} \\
 50 \text{ mm} &\leq 240 \text{ mm} \quad \quad \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{d. } S_{\text{pakai}} &\leq 300 \text{ mm} \\
 50 \text{ mm} &\leq 300 \text{ mm} \quad \quad \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Kontrol syarat penulangan geser tidak memenuhi, sehingga dipasang Ø10 - 50 mm dengan sengkang 2 kaki.

## 2. Pada wilayah 2 (Daerah lapangan)

Gaya geser pada wilayah 2 diperoleh dengan menggunakan metode perbandingan segitiga, dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \frac{Vu_2}{\frac{1}{2}ln - 2h} &= \frac{Vu_1}{\frac{1}{2}ln} \\
 Vu_2 &= \frac{Vu_1 \times \left(\frac{1}{2}ln - 2h\right)}{\frac{1}{2}ln} \\
 &= \frac{35.251,91 \text{ N} \times \left(\frac{1}{2} \times 4500 \text{ mm} - 2 \times 300 \text{ mm}\right)}{\frac{1}{2} \times 4500 \text{ mm}} = 25.851,4 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Syarat kuat tekan beton ( $f_c'$ )

Nilai  $\sqrt{f_c'}$  yang digunakan tidak boleh melebihi 8,3 MPa.

**(SNI 2847:2013 Pasal 11.1.2)**

$$\sqrt{f_c'} \leq 8,3 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{30} \leq 8,3 \text{ MPa}$$

$$5,48 \text{ MPa} \leq 8,3 \text{ MPa} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Kuat geser beton

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d$$

$$= \frac{1}{6} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 250 \text{ mm} \times 240,5 \text{ mm}$$

$$= 54.886,36 \text{ N}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 11.2.1.1)**

Kuat geser tulangan geser

$$V_{S_{\min}} = \frac{1}{3} \times b \times d$$

$$= \frac{1}{3} \times 250 \text{ mm} \times 240,5 \text{ mm}$$

$$= 20.041,67 \text{ N}$$

$$V_{S_{\max}} = \frac{1}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d$$

$$= \frac{1}{3} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 250 \text{ mm} \times 240,5 \text{ mm}$$

$$= 109.772,67 \text{ N}$$

$$2V_{S_{\max}} = \frac{2}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d$$

$$= \frac{2}{3} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 250 \text{ mm} \times 240,5 \text{ mm}$$

$$= 219.545,46 \text{ N}$$

### Cek Kondisi :

#### Kondisi 1

$$V_u \leq 0,5 \times \emptyset \times V_c \quad \rightarrow \text{Tidak perlu tulangan geser}$$

$$25.851,4 \text{ N} \leq 20.582,39 \text{ N} \quad \textbf{(tidak memenuhi)}$$

#### Kondisi 2

$$0,5 \times \emptyset \times V_c \leq V_u \leq \emptyset \times V_c \quad \rightarrow \text{Tulangan geser minimum}$$

$$20.582,39 \text{ N} \leq 25.851,4 \text{ N} \leq 41.164,77 \text{ N} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Maka perencanaan penulangan geser balok diambil berdasarkan kondisi 2.

$$V_{S_{\text{perlu}}} = \frac{bw \cdot d}{3}$$

$$= \frac{250 \cdot 245,5}{3}$$

$$= 20.041,67 \text{ N}$$

Direncanakan menggunakan tulangan geser Ø10 mm dengan sengkang 2 kaki, maka luasan tulangan geser :

$$A_v \text{ perlu} = (0,25 \times 3,14 \times d^2) \times n \text{ kaki}$$

$$= (0,25 \times 3,14 \times (10 \text{ mm})^2) \times 2$$

$$= 157 \text{ mm}^2$$

#### Jarak tulangan geser perlu (S perlu)

$$S_{\text{perlu}} = \frac{A_v \times f_{yv} \times d}{V_{S_{\text{perlu}}}}$$

$$= \frac{157 \text{ mm}^2 \times 320 \text{ N/mm}^2 \times 440,5 \text{ mm}}{20.041,67 \text{ N}}$$

$$= 602,88 \text{ mm}$$

Maka dipasang tulangan geser dengan jarak 50 mm

Kontrol jarak spasi tulangan geser

$$S_{\max} \leq \frac{d}{2}$$

$$50 \text{ mm} \leq \frac{240,5 \text{ mm}}{2}$$

$$50 \text{ mm} \leq 120,25 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

$$S_{\max} \leq 600 \text{ mm}$$

$$50 \text{ mm} \leq 600 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Sehingga dipakai tulangan geser Ø10 - 50 mm

### **Cek Persyaratan SRPMM Untuk Kekuatan Geser Balok**

Pada kedua ujung balok, sengkang harus disediakan sepanjang panjang tidak kurang dari 2h diukur dari muka komponen struktur penumpu ke arah tengah bentang. Sengkang pertama harus ditempatkan tidak lebih dari 50 mm dari muka komponen struktur penumpu. Spasi sengkang tidak boleh melebihi yang terkecil dari (a), (b), (c), dan (d).

- a.  $\frac{d}{4}$ ;
- b. Delapan kali diameter batang tulangan longitudinal terkecil yang dilingkupi;
- c. 24 kali diameter batang tulangan sengkang;
- d. 300 mm.

**(SNI 2847:2013 Pasal 21.3.4.2)**

$$\text{a. } S_{\text{pakai}} \leq \frac{d}{4}$$

$$50 \text{ mm} \leq \frac{240,5 \text{ mm}}{4}$$

$$50 \text{ mm} \leq 60,125 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

- b.  $S_{pakai} \leq 8 \times D_{lentur}$   
 $50 \text{ mm} \leq 8 \times 19 \text{ mm}$   
 $50 \text{ mm} \leq 152 \text{ mm}$  **(memenuhi)**
- c.  $S_{pakai} \leq 24 \times D_{sejajar}$   
 $50 \text{ mm} \leq 24 \times 10 \text{ mm}$   
 $50 \text{ mm} \leq 240 \text{ mm}$  **(memenuhi)**
- d.  $S_{pakai} \leq 300 \text{ mm}$   
 $90 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm}$  **(memenuhi)**

Kontrol syarat penulangan geser tidak memenuhi, sehingga dipasang Ø10 - 50 mm dengan sengkang 2 kaki.

***Jadi, penulangan geser pada balok anak BA1 (25/30) AS F-G 2 frame 987 pada wilayah 1 dan 3 daerah tumpuan sepanjang 2h dari muka kolom kearah tengah bentang menggunakan tulangan Ø10 -50 mm dengan sengkang 2 kaki dan pada wilayah 2 daerah lapangan sepanjang akhir wilayah satu sampai setengah bentang menggunakan tulangan Ø10 -50 mm dengan sengkang 2 kaki.***

#### ➤ **Perhitungan Panjang Penyaluran Tulangan**

Gaya Tarik dan tekan yang dihitung pada tulangan disetiap penampang komponen struktur beton harus disalurkan pada masing-masing sisi penampang tersebut melalui panjang penanaman, kait, batang ulir berkepala (*headed deformed bar*) atau alat mekanis atau kombinasi darinya. Kait kepala (*heads*) tidak boleh digunakan untuk menyalurkan batang tulangan dalam kondisi tekan.

**[SNI 2847:2013, Pasal 12.1.1]**

### Penyaluran Tulangan Dalam Kondisi Tarik

Panjang penyaluran untuk batang tulangan ulir dan kawat ulir dalam kondisi tarik,  $l_d$  harus ditentukan sesuai tabel dibawah ini atau dengan rumus seperti dibawah ini tetapi  $l_d$  tidak boleh kurang dari 300 mm.

[SNI 2847:2013, Pasal 12.2.1]

Tabel 4. 9 Panjang Penyaluran Batang Ulir dan Kawat Ulir

	Batang tulangan atau kawat ulir D-19 dan yang lebih kecil	Batang tulangan D-22 dan yang lebih besar
Spasi bersih batang tulangan atau kawat yang disalurkan atau disambung tidak kurang dari $d_b$ , selimut bersih tidak kurang dari $d_b$ , dan sengkang atau pengikat sepanjang $l_d$ tidak kurang dari minimum Tata Cara atau Spasi bersih batang tulangan atau kawat yang disalurkan atau disambung tidak kurang dari $2d_b$ dan selimut bersih tidak kurang dari $d_b$	$\left( \frac{f_t \psi_t \psi_s}{2,1\lambda \sqrt{f_c'}} \right) d_b$	$\left( \frac{f_t \psi_t \psi_s}{1,7\lambda \sqrt{f_c'}} \right) d_b$
Kasus-kasus lain	$\left( \frac{f_t \psi_t \psi_s}{1,4\lambda \sqrt{f_c'}} \right) d_b$	$\left( \frac{f_t \psi_t \psi_s}{1,1\lambda \sqrt{f_c'}} \right) d_b$

[SNI 2847:2013, Pasal 12.2.2]

$$l_d = \left( \frac{fy}{1,1\lambda \sqrt{f_c'}} \times \frac{\psi_t \psi_e \psi_s}{\left( \frac{c_b + K_{tr}}{d_b} \right)} \right)$$

[SNI 2847:2013, Pasal 12.2.3]

Pada perhitungan penyaluran tulangan kondisi tarik menggunakan persamaan :

$$l_d = \left( \frac{fy \times \psi_t \times \psi_e}{1,7\lambda \sqrt{f_c'}} \right) d_b$$

dimana nilai :

$$\lambda = 1$$

$$\psi_t = 1$$

$$\psi_e = 1,5$$

[SNI 03-2847-2013 Pasal 12.2.4]



$$l_d = \left( \frac{f_y \times \psi_t \times \psi_e}{1,7\lambda\sqrt{f'c'}} \right) d_b$$

$$l_d = \left( \frac{400 \times 1 \times 1,5}{1,7 \cdot 1 \cdot \sqrt{30}} \right) 19$$

$$l_d = 1224,32$$

Cek syarat :

$$l_d \geq 300 \text{ mm}$$

$$1224,32 \geq 300 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Reduksi panjang penyaluran

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{A_{s \text{ perlu}}}{A_{s \text{ pasang}}} \times l_d$$

**(SNI 2847:2013, Pasal 12.2.5)**

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{A_{s \text{ perlu}}}{A_{s \text{ pasang}}} \times l_d$$

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{376,19 \text{ mm}}{566,77 \text{ mm}} \times 1224,32 \text{ mm}$$

$$= 812,64 \text{ mm} \approx 850 \text{ mm}$$

maka panjang penyaluran tulangan dalam kondisi tarik 850 mm.

### **Penyaluran Tulangan Berkait Dalam Kondisi Tarik**

$$l_{dh} = \left( \frac{0,24 \times \psi_e \times f_y}{\lambda\sqrt{f'c'}} \right) \times d_b$$

Dengan nilai

$$\lambda = 1$$

$$\psi_e = 1$$

**[SNI 2847:2013, Pasal 12.5.2]**

$$l_{dh} = \left( \frac{0,24 \times \psi_e \times fy}{\lambda \sqrt{fc'}} \right) \times d_b$$

$$l_{dh} = \left( \frac{0,24 \times 1 \times 400}{1 \sqrt{30}} \right) \times 19$$

$$l_{dh} = 333,01 \text{ mm}$$

Cek syarat:

$$l_{dh} > 8d_b$$

$$333,01 \text{ mm} > 152 \text{ mm} \quad (\text{memenuhi})$$

$$l_{dh} > 150$$

$$333,01 \text{ mm} > 150 \text{ mm} \quad (\text{memenuhi})$$

[SNI 2847:2013, Pasal 12.5.1]

Reduksi panjang penyaluran

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{A_{spertu}}{A_{spasang}} \times l_d$$

(SNI 2847:2013, Pasal 12.2.5)

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{A_{spertu}}{A_{spasang}} \times l_d$$

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{376,19 \text{ mm}}{566,77 \text{ mm}} \times 333,01 \text{ mm}$$

$$= 221,04 \text{ mm} \approx 250 \text{ mm}$$

maka panjang penyaluran tulangan berkait dalam kondisi tarik 250 mm.

### Penyaluran Tulangan Dalam Kondisi Tekan

Penyaluran tulangan untuk batang tulangan ulir atau kawat ulir diambil nilai  $l_{dc}$  terbesar dari dua rumus dibawah ini.

$$l_{dc} = \left( \frac{0,24 \times fy}{\lambda \times \sqrt{fc'}} \right) d_b$$

$$l_{dc} = (0,043 \times fy) \times d_b$$

[SNI 2847:2013, Pasal 12.3.2]

$$l_{dc} = \left( \frac{0,24 \times fy}{\lambda \times \sqrt{fc'}} \right) d_b$$

$$l_{dc} = \left( \frac{0,24 \times 400 \text{ N/mm}^2}{1 \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2}} \right) 19 \text{ mm}$$

$$l_{dc} = 333,01 \text{ mm}$$

$$l_{dc} = (0,043 \times fy) \times d_b$$

$$l_{dc} = \left( 0,043 \times 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) \times 19 \text{ mm}$$

$$l_{dc} = 326,8 \text{ mm}$$

Dipilih yang terbesar, sehingga  $l_{dc} = 333,01 \text{ mm}$

Cek syarat:

$$l_{dc} \geq 200 \text{ mm}$$

$$333,01 \text{ mm} \geq 200 \text{ mm}$$

**(memenuhi)**

Reduksi panjang penyaluran (tulangan lebih)

$$l_{dc \text{ reduksi}} = \frac{A_{spertu}}{A_{spasang}} \times l_{dc}$$

(SNI 2847:2013, Pasal 12.3.3)

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{A_{spertu}}{A_{spasang}} \times l_d$$

$$\begin{aligned} l_{d \text{ reduksi}} &= \frac{376,19 \text{ mm}}{566,77 \text{ mm}} \times 333,01 \text{ mm} \\ &= 221,04 \text{ mm} \approx 250 \text{ mm} \end{aligned}$$

maka panjang penyaluran tulangan dalam kondisi tekan 250 mm.

➤ **Kontrol Keadaan Retak Pada Beton**

Bila tegangan leleh rencana  $f_y$  untuk tulangan tarik melebihi 30 MPa, maka penampang dengan momen positif dan negative maksimum harus direncanakan sedemikian hingga nilai  $z$  yang diperoleh oleh

$$z = f_s^3 \sqrt{d_c \cdot A} < 25 \text{ Mpa}$$

tidak melebihi 30 MN/m untuk penampang di dalam ruangan dan 25 MN/m untuk penampang yang dipengaruhi cuaca luar. Nilai  $f_s$  boleh diambil dari 60 % nilai  $f_y$  yang disyaratkan

**[SNI 03-2847-2002 pasal 12.6.4]**

$$\begin{aligned} d_c &= \text{decking} + (0,5 \cdot D_{\text{lentur}}) \\ &= 40 + (0,5 \cdot 19) \\ &= 49,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{2 \times d_c \times b}{n} \\ A &= \frac{2 \times 51 \times 250}{7} \\ &= 3535,714 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_s &= 60\% \times 400 \\ &= 240 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z &= f_s^3 \sqrt{d_c \cdot A} \\ z &= 240^3 \sqrt{49,5 \cdot 3535,714} \end{aligned}$$

$$z = 13424,72 \text{ N/mm}^2$$

$$z = 13,43 \text{ MN/mm}^2 < 30 \text{ MN/mm}^2$$

Sebagai alternatif terhadap perhitungan nilai  $z$ , dapat dilakukan dengan perhitungan lebar retak yang diberikan sesuai dengan dibawah ini dengan nilai  $\omega < 0,4$ .

$$\omega = 11 \cdot 10^{-6} \beta f_y^3 \sqrt{d c \cdot A}$$

$$\omega = 11 \cdot 10^{-6} 0,85 \times 400^3 \sqrt{49,5 \cdot 3535,714}$$

$$\omega = 0,209 \text{ mm} < 0,4 \text{ mm} \quad \text{memenuhi}$$

#### ➤ Gambar Detail Tulangan

Daerah tumpuan :

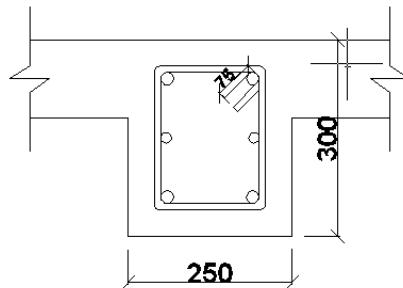
Beton deking = 40 mm

Tulangan tarik = 7D 19

Tulangan torsi = 2D 19

Tulangan tekan = 3D 19

Tulangan gesr = Ø10 – 50



Gambar 4. 48 Balok Melintang Daerah Tumpuan Kiri

Daerah lapangan :

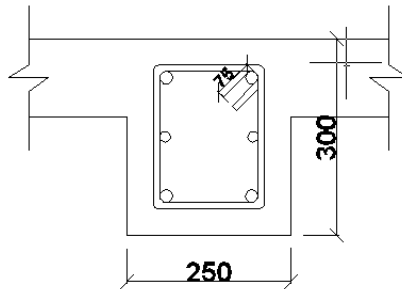
Beton deking = 40 mm

Tulangan tarik = 7D 19

Tulangan torsi = 2D 19

Tulangan tekan = 3D 19

Tulangan gesr = Ø10 – 50



Gambar 4. 49 Balok Melintang Daerah Lapangan

Daerah tumpuan :

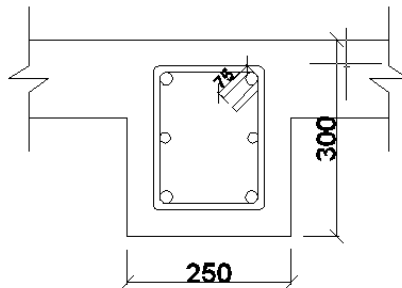
Beton deking = 40 mm

Tulangan tarik = 7D 19

Tulangan torsi = 2D 19

Tulangan tekan = 3D 19

Tulangan gesr = Ø10 – 50



Gambar 4. 50 Balok Melintang Daerah Tumpuan Kanan

### 4.3.3 Perhitungan Kolom

Berikut ini akan dibahas perhitungan penulangan kolom, sebagai contoh perhitungan diambil kolom struktur dengan nilai gaya aksial terbesar yang berada pada kolom K-1 (45/45) AS (G-2) terbesar yang berada pada frame 645. Perhitungan berikut disertai dengan data perencanaan, gambar denah kolom, output dan diagram gaya dalam dari analisis SAP 2000, ketentuan perhitungan dan syarat-syarat penulangan kolom dalam metode SRPMM, sampai dengan hasil akhir gambar penampang kolom adalah sebagai berikut :

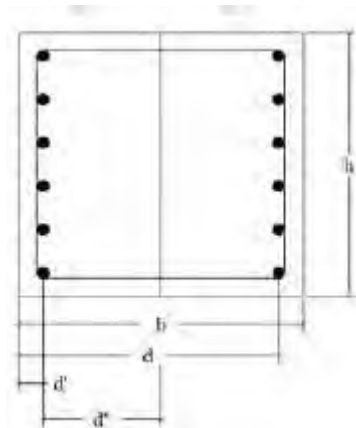
#### a. Perhitungan Penulangan Lentur Kolom

Tipe Kolom	= K-1
b kolom	= 400 mm
h kolom	= 500 mm
L kolom	= 3200 mm
L balok memanjang	= 4500 mm
L balok melintang	= 5400 mm
L balok kantilever	= 1625 mm
L kolom pendek	= 500 mm
Kuat tekan beton ( $f_c'$ )	= 30 MPa
Modulus elastisitas beton ( $E_c$ )	= 25742,96 MPa
Modulus elastisitas baja ( $E_s$ )	= 200000 MPa
Kuat leleh tulangan lentur ( $f_y$ lentur)	= 400 MPa
Kuat leleh tulangan geser ( $f_y$ geser)	= 320 MPa
Diameter tulangan lentur (D lentur)	= 19 mm
Diameter tulangan geser ( $\emptyset$ geser)	= 10 mm
Tebal selimut beton ( t decking)	= 40 mm
<b>(SNI 2847:2013 pasal 7.7.1)</b>	
Jarak spasi tulangan sejajar (S sejajar)	= 40 mm
<b>(SNI 2847:2013 pasal 7.6.3)</b>	

Faktor  $\beta_1$   $= 0,85$   
**(SNI 2847:2013 pasal 10.2.7.3)**  
 Faktor reduksi kekuatan lentur ( $\phi$ )  $= 0,65$   
**(SNI 2847:2013 pasal 9.3.2.2.(b))**  
 Faktor reduksi kekuatan geser ( $\phi$ )  $= 0,75$   
**(SNI 2847:2013 pasal 9.3.2.3)**

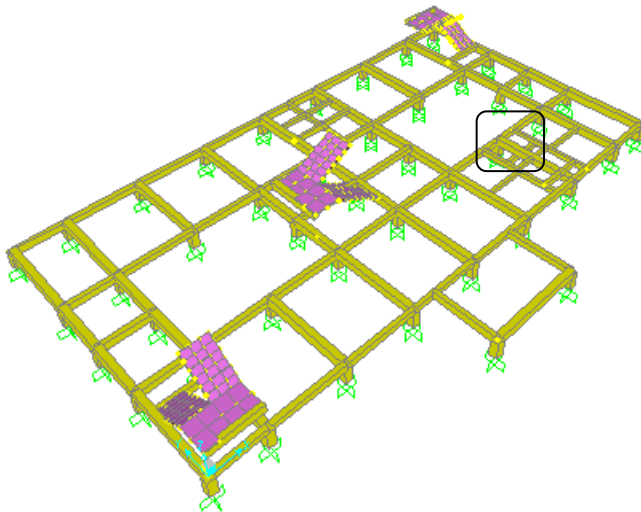
Maka, tinggi efektif kolom :

$$\begin{aligned}
 d &= b - \text{decking} - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} D \text{ tul.lentur} \\
 &= 450 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 19 \\
 &= 390,5 \text{ mm} \\
 d' &= \text{decking} + \emptyset \text{ sengkang} + \frac{1}{2} D \text{ tul.lentur} \\
 &= 40 + 10 + \frac{1}{2} \cdot 19 \\
 &= 59,5 \text{ mm} \\
 d'' &= b - \text{decking} - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} D \text{ tul.lentur} - \frac{1}{2} b \\
 &= 450 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 19 - \frac{1}{2} \cdot 450 \\
 &= 165,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



Gambar 4. 51 Tinggi efektif Kolom





Gambar 4. 52 Denah kolom

Berdasarkan hasil output program SAP 2000, maka diperoleh hasil gaya-gaya aksial dalam arah X dan Y pada kolom K-1 sebagai berikut :

Gaya aksial akibat (1,2D)



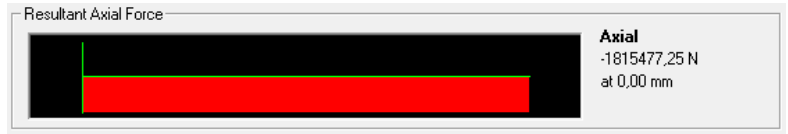
$$P_U = 1.473.521,22 \text{ N}$$

Gaya aksial akibat (1,2D + 1,6L)



$$P_U = 1.813.809,86 \text{ N}$$

Gaya aksial terbesar akibat (1,2D + 1,6L + 0,8W)



$$P_U = 1.815.477,25 \text{ N}$$

### ❖ Kontrol Kelangsingan Kolom

$B_d$  = rasio beban aksial tetap terfaktor maksimum terhadap rasio beban aksial total terfaktor maksimum.

$$\begin{aligned} \beta_d &= \frac{P_u (1,2D)}{P_u (1,2D + 1,6L)} \\ &= \frac{1.473.521,22 \text{ N}}{1.813.809,86 \text{ N}} \\ &= 0,8124 \end{aligned}$$

Panjang Tekuk kolom

$$\psi = \frac{\sum (EI/L)_{kolom}}{\sum (EI/L)_{balok}}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 10.10.7.2)

Untuk kolom (40/50)

$$E_k = \frac{0,4 \times E_c \times I_g}{1 + \beta_d}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 10.10.6.1)

$$\begin{aligned} I_g &= 0,7 \times 1/12 \times b \times h^3 \\ &= 0,7 \times 1/12 \times 450 \text{ mm} \times (450 \text{ mm})^3 \\ &= 2.392.031.250 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_c &= 4700\sqrt{f_{c'}} \\
 &= 4700\sqrt{30 \text{ MPa}} \\
 &= 25742,96 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_{lk} &= \frac{0,4 \times E_c \times I_g}{1 + \beta_d} \\
 &= \frac{0,4 \times 25.742,96 \text{ Nmm} \times 2.392.031.250 \text{ mm}^4}{1+0,847} \\
 &= 13.590.443.779.692,4 \text{ Nmm}^2
 \end{aligned}$$

Untuk balok memanjang (30/40)

$$E_{lb} = \frac{0,4 \times E_c \times I_g}{1 + \beta_d}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.10.6.1)**

$$\begin{aligned}
 I_g &= 0,35 \times 1/12 \times b \times h^3 \\
 &= 0,35 \times 1/12 \times 300 \text{ mm} \times (400\text{mm})^3 \\
 &= 560.000.000 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_c &= 4700\sqrt{f_{c'}} \\
 &= 4700\sqrt{30 \text{ MPa}} \\
 &= 25.742,96 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_{lb} &= \frac{0,4 \times E_c \times I_g}{1 + \beta_d} \\
 &= \frac{0,4 \times 25.742,96 \text{ Nmm} \times 560.000.000 \text{ mm}^4}{1+0,847} \\
 &= 3.181.667.679.562,18 \text{ Nmm}^2
 \end{aligned}$$

Untuk balok melintang (40/50)

$$Elb = \frac{0,4 \times E_c \times I_g}{1 + \beta_d}$$

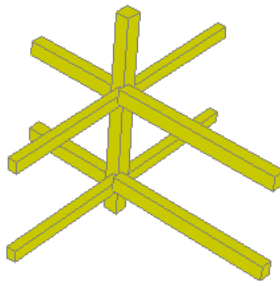
**(SNI 2847:2013 Pasal 10.10.6.1)**

$$\begin{aligned} I_g &= 0,35 \times 1/12 \times b \times h^3 \\ &= 0,35 \times 1/12 \times 400 \text{ mm} \times (500\text{mm})^3 \\ &= 1.458.333.333,33 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_c &= 4700\sqrt{f_{c'}} \\ &= 4700\sqrt{30 \text{ MPa}} \\ &= 25.742,96 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Elb &= \frac{0,4 \times E_c \times I_g}{1 + \beta_d} \\ &= \frac{0,4 \times 25.742,96 \text{ Nmm} \times 1.458.333.333 \text{ mm}^4}{1+0,847} \\ &= 8.285.592.915.526,51 \text{ Nmm}^2 \end{aligned}$$

Untuk menentukan panjang tekuk kolom, akan diterapkan dengan menggunakan diagram faktor panjang tekuk (k) berdasarkan letak kolom seperti berada dibawah ini :



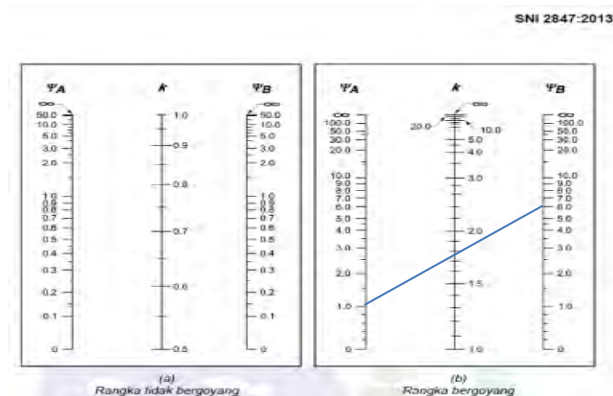
Gambar 4. 53 Perletakan Kolom

Kolom atas

$$\begin{aligned}
 \psi &= \frac{\sum (EI/L)_{kolom}}{\sum (EI/L)_{balok}} \\
 &= \frac{\left( \frac{13.590.443.779.692,4}{3200} \right) + \left( \frac{13.590.443.779.692,4}{2800} \right)}{\left( 2 \times \left( \frac{3.181.667.679.562,18}{4500} \right) \right) + \left( \frac{8.285.592.915.526,51}{5400} \right)} \\
 &\quad + \left( \frac{8.285.592.915.526,51}{1625} \right) \\
 &= 1,1309
 \end{aligned}$$

Kolom bawah

$$\begin{aligned}
 \psi &= \frac{\sum (EI/L)_{kolom}}{\sum (EI/L)_{balok}} \\
 &= \frac{\left( \frac{13.590.443.779.692,4}{3200} \right) + \left( \frac{13.590.443.779.692,4}{1000} \right)}{\left( 2 \times \left( \frac{3.181.667.679.562,18}{4500} \right) \right) + \left( \frac{8.285.592.915.526,51}{5400} \right)} \\
 &= 6,0498
 \end{aligned}$$



Gambar 4. 54 Faktor Panjang Efektif (k)

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.10.7.2)**

Dari grafik alligment kolom didapat  $k = 1,75$

$$\begin{aligned} r &= \sqrt{\frac{I}{A}} \\ &= \sqrt{\frac{2.392.031.250}{450 \cdot 450}} \\ &= 108,68 \end{aligned}$$

$$\frac{k \times Lu}{r} \geq 22$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.10.6)**

$$\frac{108,68 \times 3200}{108,68} \geq 22$$

$$51,52 \geq 22 \quad (\text{Kolom Langsing})$$

❖ **Peninjauan Kolom Akibat Momen Arah X**

Berdasarkan hasil output program SAP 2000, maka diperoleh hasil gaya-gaya momen dalam arah X pada pada kolom K-1 (45/45) AS (G-2) frame 645 sebagai berikut :

Momen Akibat Pengaruh Gempa :

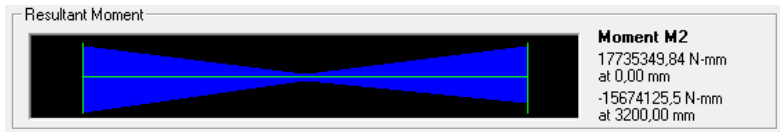
$M_{1s}$  = momen akibat beban yang menimbulkan goyangan ke samping yang terkecil dalam satuan Nmm.

**(SNI 2847:2013)**

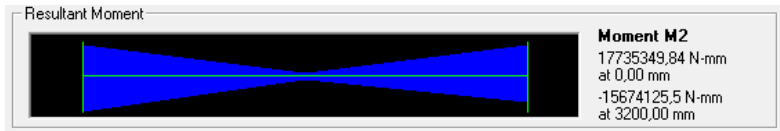
$M_{2s}$  = momen akibat beban yang menimbulkan goyangan ke samping yang terbesar dalam satuan Nmm.

**(SNI 2847:2013)**

Akibat kombinasi gempa (1,2DL + 1LL + 0,3EX + 1 EY)



$$M_{1s} = 15.674.125,50 \text{ Nmm}$$



$$M_{2s} = 17.735.349,84 \text{ Nmm}$$

Momen Akibat Pengaruh Beban Geavitasi :

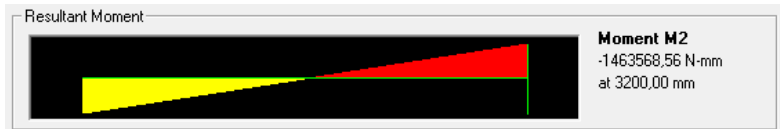
$M_{1ns}$  = adalah nilai yang lebih kecil dari momen-momen ujung terfaktor pada komponen struktur tekan akibat beban yang tidak menimbulkan goyangan ke samping

(SNI 03-2847-2002)

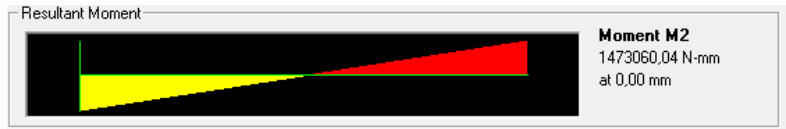
$M_{2ns}$  = adalah nilai yang lebih besar dari momen-momen ujung terfaktor pada komponen struktur tekan akibat beban yang tidak menimbulkan goyangan ke samping

(SNI 03-2847-2002)

Akibat kombinasi gempa (1,2DL + 1,6LL)



$$M_{1ns} = 1.463.568,56 \text{ Nmm}$$



$$M_{2ns} = 1.473.060,04 \text{ Nmm}$$

Menghitung nilai  $P_c$  (P kritis) pada kolom

$$\begin{aligned} P_c &= \frac{\pi^2 \times EI}{(k \times lu)^2} \\ &= \frac{\pi^2 \times 13.590.443.779.692,4}{(1,75 \times 3200)^2} \\ &= 4.272.842,46 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma P_c &= 45 \times P_c \\ &= 45 \times 4.272.842,46 \\ &= 192.277.910,62 \text{ N} \end{aligned}$$

$$P_u = 1.815.477,25 \text{ N (Beban aksial terbesar d frame 645)}$$

Menghitung Faktor Pembesaran Momen ( $\delta_s$ )

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\Sigma P_u}{0,75 \Sigma P_c}} \geq 1$$

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{192.277.910,62}{0,75 \times 1.815.477 \text{ N}}} \geq 1$$

$$\delta_s = 1,0127 \geq 1$$

Maka dipakai  $\delta_s = 1,0127$  dalam perhitungan perbesaran momen.



Pembesaran Momen

Berdasarkan output SAP diperoleh :

$$M_{1ns} = 1.463.568,56 \text{ Nmm}$$

$$M_{2ns} = 1.473.060,04 \text{ Nmm}$$

$$M_{1s} = 15.674.125,50 \text{ Nmm}$$

$$M_{2s} = 17.735.349,84 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned} M_1X &= M_{1ns} + \delta_s M_{1s} \\ &= 1.463.568,56 \text{ Nmm} + (1,0127 \times 15.674.125,50 \\ &\quad \text{Nmm}) \\ &= 17.337.535,53 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_2X &= M_{2ns} + \delta_s M_{2s} \\ &= 1.473.060,04 \text{ Nmm} + (1,0127 \times 17.735.349,84 \\ &\quad \text{Nmm}) \\ &= 19.434.531,48 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Diambil momen yang terbesar yaitu :

$$M_2X = 19.434.531,48 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned} \mu_u &= \frac{M_2X}{\phi} \\ &= \frac{19.434.531,48}{0,65} \\ &= 29.899.279,21 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_u &= \frac{P_u}{\phi} \\ &= \frac{1.815.477,25}{0,65} \\ &= 2.793.041,92 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e_{\min} &= (15 + 0,03 \times h) \\
 &= (15 + 0,03 \times 450 \text{ mm}) \\
 &= 15,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e_{\text{perlu}} &= \frac{Mu}{Pu} \\
 &= \frac{29.899.279,21}{2.793.041,92} \\
 &= 10,71 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

#### Cek Kondisi Balance

$$\begin{aligned}
 d &= b - \text{decking} - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} D \text{ tul.lentur} \\
 &= 450 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 19 \\
 &= 390,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d' &= \text{decking} + \emptyset \text{ sengkang} + \frac{1}{2} D \text{ tul.lentur} \\
 &= 40 + 10 + \frac{1}{2} \cdot 19 \\
 &= 59,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d'' &= b - \text{decking} - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} D \text{ tul.lentur} - \frac{1}{2} b \\
 &= 450 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 19 - \frac{1}{2} \cdot 450 \\
 &= 165,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

coba digunakan tulangan 6D19

$$\begin{aligned}
 A_s &= A_s' = \frac{6}{2} \times \left( \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \right) \\
 &= \frac{6}{2} \times \left( \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (19 \text{ mm})^2 \right) \\
 &= 850,15 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X_b &= \frac{600}{(600 + f_y)} \times d \\
 &= \frac{600}{(600 + 400 \text{ MPa})} \times 390,5 \text{ mm} \\
 &= 234,3 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ab &= \beta_1 \cdot X_b \\
 &= 0,85 \cdot 234,3 \\
 &= 199,15 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_s' &= A_s' \times (f_y - 0,85 \times f_c') \\
 &= 850,15 \text{ mm}^2 \times (400 \text{ MPa} - 0,85 \times 30 \text{ MPa}) \\
 &= 318.383,05 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_c' &= 0,85 \times \beta_1 \times f_c' \times b \times X_b \\
 &= 0,85 \times 0,85 \times 30 \times 450 \times 234,3 \\
 &= 2.285.303,62 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T &= A_s \times f_y \\
 &= 850,15 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 340.062 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_b &= C_c' + C_s' - T \\
 &= 2.285.303,62 \text{ N} + 318.383,05 \text{ N} - 340.062 \text{ N} \\
 &= 2.263.624,67 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_b &= P_b \times e_b \\
 &= C_c' \left( d - d'' - \frac{ab}{2} \right) + C_s' (d - d'' - d') + T \cdot d'' \\
 &= 2.285.303,62 \text{ N} \left( 390,5 - 165,5 - \frac{199,15}{2} \right) + \\
 &\quad 318.383,05 \text{ N} (390,5 - 165,5 - 59,5) + 340.062 \text{ N} \times 165,5 \\
 &= 395.601.149,27 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e_b &= \frac{M_b}{P_b} \\
 &= \frac{395.601.149,27}{2.263.624,67}
 \end{aligned}$$

$$= 174,76 \text{ mm}$$

Kontrol Kondisi :

$$e_{\min} < e_{\text{perlu}} < e_b \quad (\text{Kondisi Tekan Menentukan})$$

$$e_{\min} < e_{\text{perlu}} > e_b \quad (\text{Kondisi Tarik Menentukan})$$

$$e_{\min} < e_{\text{perlu}} < e_b$$

$$15 \text{ mm} > 10,70 \text{ mm} < 174,76 \text{ mm}$$

***Maka kolom termasuk dalam kondisi tekan menentukan.***

Cek Kondisi Kolom Tekan Menentukan

$$e_{\text{perlu}} < e_{\text{balanced}}$$

$$10,70 \text{ mm} < 174,76 \text{ mm} \quad (\text{memenuhi})$$

Diambil nilai  $X = 250 \text{ mm}$

$$\epsilon_s < \epsilon_y \quad (f_s = f_y = 400 \text{ MPa})$$

$$\begin{aligned} \epsilon_s &= \left( \frac{d}{x} - 1 \right) \times 0,003 \\ &= \left( \frac{390,5}{250} - 1 \right) \times 0,003 \\ &= 0,0017 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \epsilon_y &= \frac{f_s}{E_s} \\ &= \frac{400}{200000} \\ &= 0,002 \end{aligned}$$

$$\epsilon_s < \epsilon_y$$

$$0,0017 < 0,002 \quad (\text{memenuhi})$$

$$\begin{aligned}
 Cs' &= As' \times (f_y - 0,85 \times f_c') \\
 &= 850,15 \text{ mm}^2 \times (400\text{MPa} - 0,85 \times 30\text{MPa}) \\
 &= 318.383,05 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Cc' &= 0,85 \times \beta_1 \times f_c' \times b \times X \\
 &= 0,85 \times 0,85 \times 30 \times 450 \times 250 \\
 &= 2.438.437,50 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T &= As \times \left(\frac{d}{x} - 1\right) \times 600 \\
 &= 850,15 \text{ mm}^2 \times \left(\frac{390,5}{250} - 1\right) \times 600 \\
 &= 286.672,26 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= Cc' + Cs' - T \\
 &= 2.438.437,50 \text{ N} + 318.383,05 \text{ N} - 286.672,26 \\
 &= 2.470.148,28 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &> P_b \\
 2.470.148,28 \text{ N} &> 2.263.624,67 \text{ N} \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mn &= P \times e \\
 &= Cc' \left(d - d'' - \frac{\beta_1 \cdot X}{2}\right) + Cs'(d - d'' - d') + \\
 &\quad T \cdot d'' \\
 &= 2.438.437,50 \text{ N} \left(390,5 - 165,5 - \frac{0,85 \times 250}{2}\right) + \\
 &\quad 318.383,05 \text{ N} (390,5 - 165,5 - 59,5) + \\
 &\quad 286.672,26 \text{ N} \cdot 165,5 \\
 &= 389.701.107,51 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\phi M_n > M_u$$

$$0,65 \times 389.701.107,51 \text{ Nmm} > 19.434.531,48 \text{ Nmm}$$

$$253.305.719,88 \text{ Nmm} > 19.434.531,48 \text{ Nmm}$$

**(memenuhi)**

Sehingga pada kolom K-1 (45/45) AS (G-2) frame 645 dipasang berdasarkan penulangan lentur terbesar, yaitu pada sumbu X maka dipasang sebesar 3D19 pada tiap sisi.

#### ❖ **Peninjauan Kolom Akibat Momen Arah Y**

Berdasarkan hasil output program SAP 2000, maka diperoleh hasil gaya-gaya momen dalam arah Y pada kolom K-1 (45/45) AS (G-2) frame 645 sebagai berikut :

Momen Akibat Pengaruh Gempa :

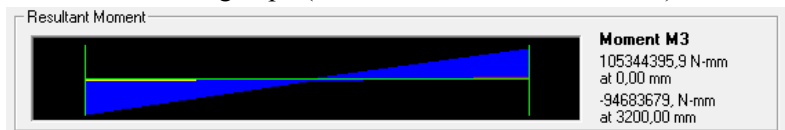
$M_{1s}$  = momen akibat beban yang menimbulkan goyangan ke samping yang terkecil dalam satuan Nmm.

**(SNI 2847:2013)**

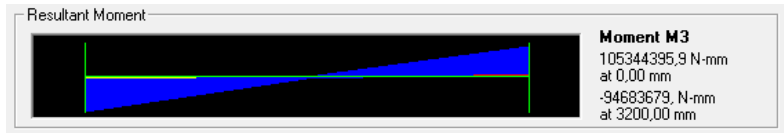
$M_{2s}$  = momen akibat beban yang menimbulkan goyangan ke samping yang terbesar dalam satuan Nmm.

**(SNI 2847:2013)**

Akibat kombinasi gempa (1,2DL + 1LL + 0,3EX + 1EY)



$$M_{1s} = 94.683.679 \text{ Nmm}$$



$$M_{2s} = 105.344.395,9 \text{ Nmm}$$

### Momen Akibat Pengaruh Beban Geavitasi :

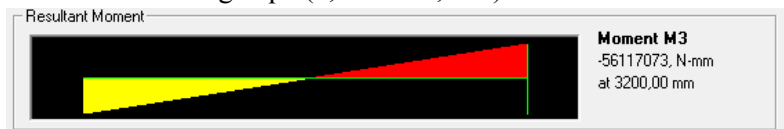
$M_{1ns}$  = adalah nilai yang lebih kecil dari momen-momen ujung terfaktor pada komponen struktur tekan akibat beban yang tidak menimbulkan goyangan ke samping

(SNI 03-2847-2002)

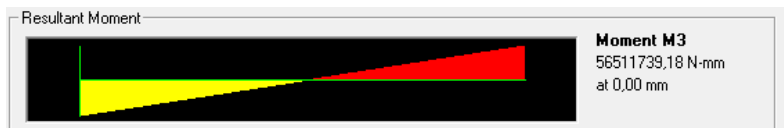
$M_{2ns}$  = adalah nilai yang lebih besar dari momen-momen ujung terfaktor pada komponen struktur tekan akibat beban yang tidak menimbulkan goyangan ke samping

(SNI 03-2847-2002)

### Akibat kombinasi gempa (1,2DL + 1,6LL)



$$M_{1ns} = 56.117.073 \text{ Nmm}$$



$$M_{2ns} = 56.511.739,18 \text{ Nmm}$$

Menghitung nilai Pc (P kritis) pada kolom

$$\begin{aligned} P_c &= \frac{\pi^2 \times EI}{(k \times lu)^2} \\ &= \frac{\pi^2 \times 13.590.443.779.692,4}{(1,75 \times 3200)^2} \\ &= 4.272.842,46 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma P_c &= 45 \times P_c \\ &= 45 \times 4.272.842,46 \\ &= 192.277.910,62 \text{ N} \end{aligned}$$

$$P_u = 1.815.477,25 \text{ N (Beban aksial terbesar d frame 645)}$$

Menghitung Faktor Pembesaran Momen ( $\delta_s$ )

$$\begin{aligned} \delta_s &= \frac{1}{1 - \frac{\Sigma P_u}{0,75 \Sigma P_c}} \geq 1 \\ \delta_s &= \frac{1}{1 - \frac{192.277.910,62}{0,75 \times 1.815.477 \text{ N}}} \geq 1 \\ \delta_s &= 1,0127 \geq 1 \end{aligned}$$

Maka dipakai  $\delta_s = 1,0127$  dalam perhitungan perbesaran momen.

Pembesaran Momen

Berdasarkan output SAP diperoleh :

$$\begin{aligned} M_{1ns} &= 56.117.073 \text{ Nmm} \\ M_{2ns} &= 56.511.739,18 \text{ Nmm} \end{aligned}$$



$$M_{1s} = 94.683.679 \text{ Nmm}$$

$$M_{2s} = 105.344.395,9 \text{ Nmm}$$

$$M_1 Y = M_{1ns} + \delta_s M_{1s}$$

$$= 56.117.073 \text{ Nmm} + (1,0127 \times 94.683.679 \text{ Nmm})$$

$$= 152.007.947 \text{ Nmm}$$

$$M_2 Y = M_{2ns} + \delta_s M_{2s}$$

$$= 56.511.739,18 \text{ Nmm} + (1,0127 \times 105.344.395,9 \text{ Nmm})$$

$$= 163.199.251,7617 \text{ Nmm}$$

Diambil momen yang terbesar yaitu :

$$M_2 Y = 163.199.251,7617 \text{ Nmm}$$

$$Mu = \frac{M_2 Y}{\phi}$$

$$= \frac{163.199.251,7617}{0,65}$$

$$= 251.075.771,9410 \text{ Nmm}$$

$$Pu = \frac{Pu}{\phi}$$

$$= \frac{1.815.477,25}{0,65}$$

$$= 2.793.041,92 \text{ N}$$

$$e_{\min} = (15 + 0,03 \times h)$$

$$= (15 + 0,03 \times 450 \text{ mm})$$

$$= 15 \text{ mm}$$

$$e_{\text{perlu}} = \frac{Mu}{Pu}$$

$$= \frac{251.075.771,9410}{2.793.041,92}$$

$$= 89.893 \text{ mm}$$

Cek Kondisi Balance

$$\begin{aligned} d &= b - \text{decking} - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} D \text{ tul.lentur} \\ &= 450 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 19 \\ &= 390,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d' &= \text{decking} + \emptyset \text{ sengkang} + \frac{1}{2} D \text{ tul.lentur} \\ &= 40 + 10 + \frac{1}{2} \cdot 19 \\ &= 59,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d'' &= b - \text{decking} - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} D \text{ tul.lentur} - \frac{1}{2} b \\ &= 450 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 19 - \frac{1}{2} \cdot 450 \\ &= 165,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

coba digunakan tulangan 6D19

$$\begin{aligned} A_s &= A_s' &= \frac{6}{2} \times \left( \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \right) \\ & &= \frac{6}{2} \times \left( \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (19\text{mm})^2 \right) \\ & &= 850,15 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_b &= \frac{600}{(600 + f_y)} \times d \\ &= \frac{600}{(600 + 400\text{MPa})} \times 390,5 \text{ mm} \\ &= 234,3 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_b &= \beta_1 \cdot X_b \\ &= 0,85 \cdot 234,3 \\ &= 199,15 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_s' &= A_s' \times (f_y - 0,85 \times f_c') \\ &= 850,15 \text{ mm}^2 \times (400\text{MPa} - 0,85 \times 30 \text{ MPa}) \\ &= 318.383,05 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_c' &= 0,85 \times \beta_1 \times f_c' \times b \times X_b \\ &= 0,85 \times 0,85 \times 30 \times 450 \times 234,3 \end{aligned}$$

$$= 2.285.303,62 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} T &= A_s \times f_y \\ &= 850,15 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \\ &= 350.062 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_b &= C_c' + C_s' - T \\ &= 2.285.303,62 \text{ N} + 318.383,05 \text{ N} - 350.062 \text{ N} \\ &= 2.263.624,67 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_b &= P_b \times e_b \\ &= C_c' \left( d - d'' - \frac{ab}{2} \right) + C_s' (d - d'' - d') + T \cdot d'' \\ &= 2.285.303,62 \text{ N} \left( 390,5 - 165,5 - \frac{199,15}{2} \right) + 318.383,05 \text{ N} \\ &\quad (390,5 - 165,5 - 59,5) + 350.062 \text{ N} \times 165,5 \\ &= 395.601.149,27 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_b &= \frac{M_b}{P_b} \\ &= \frac{395.601.149,27}{2.263.624,67} \\ &= 174,76 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kontrol Kondisi :

$$e_{\min} < e_{\text{perlu}} < e_b \quad (\text{Kondisi Tekan Menentukan})$$

$$e_{\min} < e_{\text{perlu}} > e_b \quad (\text{Kondisi Tarik Menentukan})$$

$$e_{\min} < e_{\text{perlu}} < e_b$$

$$15 \text{ mm} < 89,893 \text{ mm} < 174,76 \text{ mm}$$

***Maka kolom termasuk dalam kondisi tekan menentukan.***

Cek Kondisi Kolom Tekan Menentukan

$$e_{\text{perlu}} < e_{\text{balanced}}$$

$$89,893 \text{ mm} < 174,76 \text{ mm} \text{ (memenuhi)}$$

Diambil nilai  $X = 250 \text{ mm}$

$$\epsilon_s < \epsilon_y \text{ (} f_s = f_y = 400 \text{ MPa)}$$

$$\begin{aligned} \epsilon_s &= \left( \frac{d}{x} - 1 \right) \times 0,003 \\ &= \left( \frac{390,5}{250} - 1 \right) \times 0,003 \\ &= 0,0017 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \epsilon_y &= \frac{f_s}{E_s} \\ &= \frac{400}{200000} \\ &= 0,002 \end{aligned}$$

$$\epsilon_s < \epsilon_y$$

$$0,0017 < 0,002 \quad \text{(memenuhi)}$$

$$\begin{aligned} C_s' &= A_s' \times (f_y - 0,85 \times f_c') \\ &= 850,15 \text{ mm}^2 \times (400 \text{ MPa} - 0,85 \times 30 \text{ MPa}) \\ &= 318.383,05 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_c' &= 0,85 \times \beta_1 \times f_c' \times b \times X \\ &= 0,85 \times 0,85 \times 30 \times 450 \times 250 \\ &= 2.438.437,50 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T &= A_s \times \left(\frac{d}{x} - 1\right) \times 600 \\
 &= 850,15 \text{ m}^2 \times \left(\frac{390,5}{250} - 1\right) \times 600 \\
 &= 286.672,26 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= Cc' + Cs' - T \\
 &= 2.438.437,50 \text{ N} + 318.383,05 \text{ N} - 286.672,26 \\
 &= 2.470.148,28 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &> P_b \\
 2.470.148,28 \text{ N} &> 2.263.624,67 \text{ N} \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_n &= P \times e \\
 &= Cc' \left(d - d'' - \frac{\beta_1 \cdot X}{2}\right) + Cs'(d - d'' - d') + T \cdot d'' \\
 &= 2.438.437,50 \text{ N} \left(390,5 - 165,5 - \frac{0,85 \times 250}{2}\right) + \\
 &318.383,05 \text{ N} (390,5 - 165,5 - 59,5) + 286.672,26 \text{ N} \cdot 165,5 \\
 &= 389.701.107,51 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\phi M_n > M_u$$

$$0,65 \times 389.701.107,51 \text{ Nmm} > 163.199.251,76 \text{ Nmm}$$

$$253.305.719,88 \text{ Nmm} > 163.199.251,76 \text{ Nmm}$$

**(memenuhi)**

Sehingga pada kolom K-1 (45/45) AS (G-2) frame 645 dipasang berdasarkan penulangan lentur terbesar, yaitu pada sumbu X maka dipasang sebesar 3D 19 pada tiap sisi.

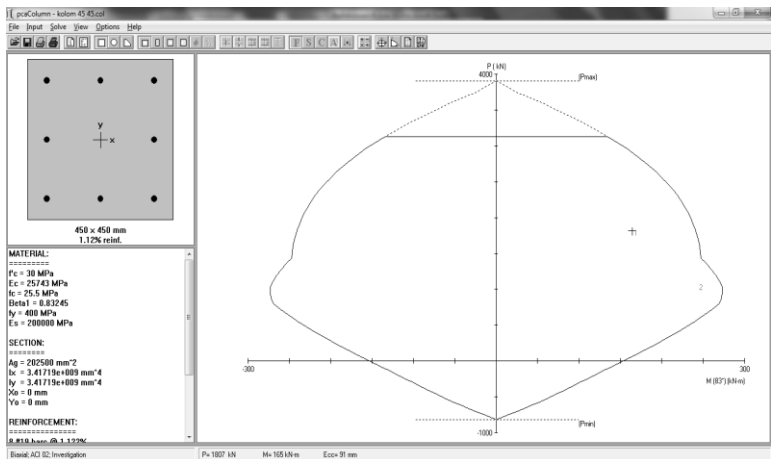
Kesimpulan :

Dari perhitungan penulangan kolom K-1 (45/45) AS (G-2) frame 645 didapatkan hasil untuk arah X digunakan tulangan 3D 19 pada setiap sisinya sedangkan arah Y digunakan tulangan 3D 19 disetiap sisinya.

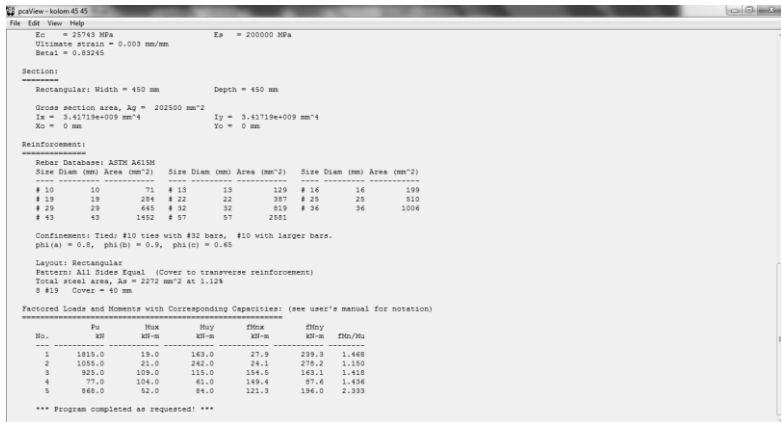
### Cek dengan program PCACOL

Semua output mengenai perhitungan dimasukkan ke dalam analisis PCACOL, sehingga diperoleh grafik momen sebagai berikut :

Mutu beton ( $f_c'$ )	= 30 MPa
Kuat leleh tulangan lentur ( $f_y$ lentur)	= 400
Modulus Elastisitas ( $E_c$ )	= 25743 MPa
$\beta_1$	= 0,85
b kolom	= 450 mm
h kolom	= 450 mm
Tulangan Kolom Pasang 8D 19	



Gambar 4. 55 Pengecekan Kolom Dengan PCACOL



Gambar 4. 56 Hasil Pengecekan Dengan PCACOL

Momen kapasitas penampang yang dihasilkan pada program bantu PCACOL adalah :

Untuk arah X

$\phi M_n > M_u$

253,3 KNm > 19,43 KNm

253.305.719,88 Nmm > 19.434.531,49 Nmm  
(memenuhi)

Untuk arah Y

$\phi M_n > M_u$

253,3 KNm > 163,19 KNm

253.305.719,88 Nmm > 163.199.251,76 Nmm  
(memenuhi)

Jadi pada perencanaan penulangan kolom K-1 (45/45) AS (G-2) frame 645 untuk arah X digunakan tulangan 3

D 19 pada setiap sisinya sedangkan arah Y digunakan tulangan 3 D 19 disetiap sisinya memenuhi kebutuhan.

$$\begin{aligned} A_s \text{ Pasang} &= 8 \times 0,25 \times \pi \times 19^2 \\ &= 2.267,08 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{A_s}{A_g} \\ &= \frac{2.267,08}{(450 \times 450)} \\ &= 0,011195 \\ &= 1,12 \% \end{aligned}$$

Kesimpulan :

Dari hasil yang didapat menggunakan program bantu PCACOL didapatkan momen nominal lebih besar dari pada momen ultimate yang didapat dari perhitungan nominal, sehingga perencanaan kolom K-1 (45/45) AS (G-2) frame 645 memenuhi kebutuhan dan tidak mengalami keruntuhan.

## **b. Perhitungan Penulangan Geser Kolom**

Data Perencanaan :

b kolom	= 450 mm
h kolom	= 450 mm
L kolom	= 3200 mm
Kuat tekan beton ( $f_c'$ )	= 30 MPa
Kuat leleh tulangan lentur ( $f_y$ lentur)	= 400 MPa
Kuat leleh tulangan geser ( $f_y$ geser)	= 320 MPa
Diameter tulangan lentur (D lentur)	= 19 mm
Diameter tulangan geser ( $\emptyset$ geser)	= 10 mm
Faktor reduksi kekuatan geser ( $\phi$ )	= 0,75

**(SNI 2847:2013 pasal 9.3.2.3)**

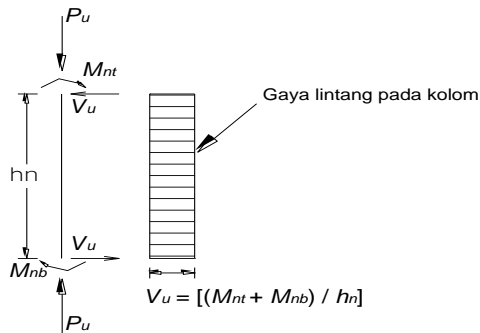


Berdasarkan hasil dari program bantu SAP 2000 didapatkan hasil gaya aksial yang terjadi pada kolom K-1 (45/45) AS (G-2) frame 645 sebagai berikut :

Gaya aksial akibat (1,2D + 1,6L + 0,8W)

$$P_U = 1.815.477,25 \text{ N}$$

Gaya lintang rencana pada kolom yang menggunakan SRPMM harus direncanakan sebagai berikut :



Gambar 4. 57 Gaya Geser Pada Kolom

$$V_u = \frac{M_{nt} + M_{nb}}{h_n}$$

(03-2847:2013)

Dimana :

$M_{nt}$  = Momen nominal atas kolom

$M_{nb}$  = Momen nominal bawah kolom

$$\begin{aligned} M_{nt} &= \frac{M_{ut}}{\phi} = \frac{163.199.251,7616}{0,75} \\ &= 217.599.002,35 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_{nb} = \frac{M_{ub}}{\phi} = \frac{1163.199.251,7616}{0,75} \\ = 217.599.002,35 \text{ Nmm}$$

$$V_u = \frac{M_{nt} + M_{nb}}{h_n} \\ V_u = \frac{217.599.002,35 + 217.599.002,35}{2700} \\ V_u = 161.184,45 \text{ N}$$

Syarat Kuat Tekan Beton ( $f_c'$ )

Nilai  $\sqrt{f_c'}$  yang digunakan tidak boleh melebihi 8,3 MPa.

**(SNI 2847:2013 Pasal 11.1.2)**

$$\sqrt{f_c'} \leq 8,3 \\ \sqrt{30} \leq 8,3 \\ 5,4772 \leq 8,3 \text{ (memenuhi)}$$

Kuat Geser Beton

$$V_c = \left[ 1 + \frac{P_u}{14 \times A_g} \right] \times \left[ \frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right] \times b_w \times d \\ V_c = \left[ 1 + \frac{1.815.477,25}{14 \times 202.500} \right] \times \left[ \frac{\sqrt{30}}{6} \right] \times 450 \times 390,5 \\ V_c = 263.140,31 \text{ N}$$

Kuat Geser Tulangan Geser

$$V_{s_{\min}} = \frac{1}{3} \times b \times d \\ = \frac{1}{3} \times 450 \text{ mm} \times 390,5 \text{ mm} \\ = 58.575 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
 V_{S_{\max}} &= \frac{1}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \\
 &= \frac{1}{3} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 450 \text{ mm} \times 390,5 \text{ mm} \\
 &= 320.828,49 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2V_{S_{\max}} &= \frac{2}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \\
 &= \frac{2}{3} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 450 \text{ mm} \times 390,5 \text{ mm} \\
 &= 641.656,98 \text{ N}
 \end{aligned}$$

### Cek Kondisi Geser:

#### Kondisi 1

$$\begin{aligned}
 V_u \leq 0,5 \times \emptyset \times V_c &\quad \rightarrow \text{Tidak perlu tulangan geser} \\
 161.184,45 \text{ N} \leq 98.677,62 \text{ N} &\quad \textbf{(tidak memenuhi)}
 \end{aligned}$$

#### Kondisi 2

$$\begin{aligned}
 0,5 \times \emptyset \times V_c \leq V_u \leq \emptyset \times V_c &\quad \rightarrow \text{Tulangan geser} \\
 \text{minimum} & \\
 98.677,62 \text{ N} \leq 161.184,45 \text{ N} \leq 197.355,24 \text{ N} &\quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Maka perencanaan penulangan geser balok diambil berdasarkan kondisi 2.

$$\begin{aligned}
 V_{S_{\min}} &= \frac{bw.d}{3} \\
 &= \frac{450.390,5}{3} \\
 &= 58.5754 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Direncanakan menggunakan tulangan geser Ø10 mm dengan sengkang 2 kaki, maka luasan tulangan geser :

$$\begin{aligned}
 A_v \text{ perlu} &= (0,25 \times 3,14 \times d^2) \times n \text{ kaki} \\
 &= (0,25 \times 3,14 \times (10 \text{ mm})^2) \times 2 \\
 &= 157 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Jarak tulangan geser perlu (S perlu)

$$\begin{aligned}
 S_{\text{perlu}} &= \frac{A_v \times 3f_{yv}}{b_w} \\
 &= \frac{157 \times 3 \times 320}{450} \\
 &= 334,93 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka dipasang tulangan geser dengan jarak 150 mm.

Kontrol jarak spasi tulangan geser

$$\begin{aligned}
 S_{\text{max}} &\leq \frac{d}{2} \\
 150 \text{ mm} &\leq \frac{340,5 \text{ mm}}{2} \\
 150 \text{ mm} &\leq 170,25 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_{\text{max}} &\leq 600 \text{ mm} \\
 150 \text{ mm} &\leq 600 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Sehingga dipakai tulangan geser Ø10 - 150 mm

Cek Persyaratan SRPMM Untuk Kekuatan Geser Kolom

Spasi maksimum sengkang ikat yang dipasang pada rentang  $L_o$  dari muka hubungan balok-kolom  $S_o$ . Spasi  $S_o$  tersebut tidak boleh melebihi :

**[SNI 2847-2013 Pasal 21.3.5.2 ]**

- a) Delapan kali diameter tulangan longitudinal kecil  
 $S_o \leq 8 \times D \text{ lentur}$

$$150 \text{ mm} \leq 8 \times 19 \text{ mm}$$

$$150 \text{ mm} \leq 152 \text{ mm} \text{ (**memenuhi**)}$$

b) 24 kali diameter sengkang ikat

$$S_o \leq 24 \times \varnothing \text{ sengkang}$$

$$150 \text{ mm} \leq 24 \times 10 \text{ mm}$$

$$150 \text{ mm} \leq 240 \text{ mm} \text{ (**memenuhi**)}$$

c)  $150 < 0,5 \times \text{penampang kolom terkecil}$

$$225 \text{ mm} \text{ (**memenuhi**)}$$

d)  $S_o \leq 300 \text{ mm}$

$$150 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm} \text{ (**memenuhi**)}$$

Maka dipakai  $S_o$  sebesar  $\varnothing 10 - 150 \text{ mm}$

Panjang  $L_o$  tidak boleh kurang dari pada nilai terbesar berikut ini :

a) Seperenam tinggi bersih kolom

$$\begin{aligned} L_o &= \frac{1}{6} (3200 - 500) \text{ mm} \\ &= 450 \text{ mm} \end{aligned}$$

b) Dimensi terbesar penampang kolom

$$L_o = 450 \text{ mm}$$

c)  $L_o > 450 \text{ mm}$

Maka dipakai  $L_o$  sebesar 460 mm

Sehingga dipasang sengkang sebesar Ø10 – 150 mm sejarak 460 mm dari muka hubungan balok kolom.

Spasi sengkang ikat pada sembarang penampang kolom tidak boleh melebihi  $2 \times S_o = 2 \times 150 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$ .

**Maka pada daerah setelah sejarak  $L_o = 560 \text{ mm}$  dari muka hubungan balok kolom tetap dipasang sengkang sebesar Ø10 – 150 mm**

- Perhitungan Sambungan Lewatan Tulangan Vertikal Kolom  
Panjang lewatan minimum untuk sambungan lewatan tekan adalah  $0,071 f_y d_b$  untuk  $f_y$  420 Mpa atau kurang, tetapi tidak kurang dari 300mm

**[SNI 03-2847-2013 Pasal 12.16.1]**

$$0,071 \times f_y \times d_b \geq 300 \text{ mm}$$

$$0,071 \times 400 \times 19 \geq 300 \text{ mm}$$

$$539,6 \geq 300 \text{ mm} \text{ (**memenuhi**)}$$

Maka panjang sambungan lewatan kolom sebesar 550 mm

- Panjang Penyaluran Tulangan Kolom  
Berdasarkan SNI 03-287-2013 Pasal 12.2.3 panjang sambungan tulangan lewatan diambil sebesar :

$$l_d = \left( \frac{f_y}{1,1\lambda\sqrt{f_c}} \times \frac{\psi_t.\psi_e.\psi_s}{\left(\frac{c_b+k_{tr}}{d_b}\right)} \right) d_b$$

$l_d$  = panjang penyaluran tulangan kondisi tarik

$f_y$  = kuat leleh tulangan lentur

$f_c$  = kuat tekan beton

- $\Psi_t$  = faktor yang digunakan untuk memodifikasi panjang penyaluran berdasarkan pada lokasi tulangan  
 $\Psi_e$  = faktor yang digunakan untuk memodifikasi panjang penyaluran berdasarkan pada pelapisan tulangan  
 $\Psi_s$  = faktor yang digunakan untuk memodifikasi panjang penyaluran berdasarkan pada ukuran tulangan  
 $cb$  = selimut beton  
 $db$  = dimensi tulangan lentur  
 $ktr$  = indeks tulangan transversal, sebagai penyederhana perencanaan, diperbolehkan mengasumsikan  $ktr = 0$  sebagai penyederhana disain meskipun terdapat tulangan transversal

dimana nilai :

- $\lambda = 1$   
 $\Psi_t = 1$   
 $\Psi_e = 1,5$   
 $\Psi_s = 0,8$

[SNI 03-2847-2013 Pasal 12.2.4]

$$ld = \left( \frac{fy}{1,1\lambda\sqrt{fc}} \times \frac{\Psi_t.\Psi_e.\Psi_s}{\left(\frac{cb+ktr}{db}\right)} \right) db$$

$$ld = \left( \frac{400}{1,1.1.\sqrt{30}} \times \frac{1.1.5.0,8}{\left(\frac{40+0}{19}\right)} \right) . 19$$

$$ld = 719,01 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 F_s &= 2/3 f_y \\
 &= 2/3 400 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$$= 266,67 \text{ Mpa}$$

[SNI 03-2847-2013 Pasal 10.6.4]

$$F_s > 0,5 f_y$$

$$266,67 \text{ Mpa} > 200 \text{ Mpa}$$

$$l_d = 1,55 \times 719,01 \text{ mm}$$

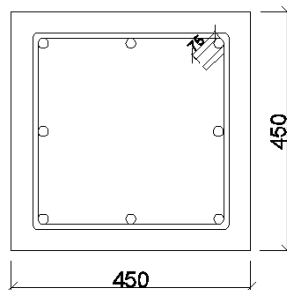
$$l_d = 1115,99 \text{ mm}$$

➤ Gambar Detail Tulangan

Beton deking = 40 mm

Tulangan lentur = 8D 19

Tulangan gesr = Ø10 – 150



Gambar 4. 58 Penulangan Kolom



#### 4.3.4 Perhitungan Sloof

##### 4.3.4.1 Perhitungan Sloof Melintang

Perhitungan tulangan sloof melintang SY1 (40/50) AS G 1 – 2 frame 65. Berikut data-data perencanaan balok, gambar denah pembalokan, hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000, ketentuan perhitungan penulangan balok dengan metode SRPMM, perhitungan serta hasil akhir gambar penampang sloof adalah sebagai berikut :

➤ Data-data perencanaan tulangan sloof :

Tipe balok	= SY1 (40/50)
Bentang sloof (L sloof)	= 5400 mm
Dimensi sloof (b sloof)	= 400 mm
Dimensi sloof (h sloof)	= 500 mm
Bentang kolom (L kolom)	= 3200 mm
Dimensi kolom (b kolom)	= 450 mm
Dimensi kolom (h kolom)	= 450 mm
Kuat tekan beton ( $f_c'$ )	= 30 MPa
Kuat leleh tulangan lentur ( $f_y$ )	= 400 MPa
Kuat leleh tulangan geser ( $f_{yv}$ )	= 320 MPa
Kuat leleh tulangan puntir ( $f_{yt}$ )	= 400 MPa
Diameter tulangan lentur ( $\emptyset$ lentur)	= 19 mm
Diameter tulangan geser ( $\emptyset$ geser)	= 10 mm
Diameter tulangan puntir ( $\emptyset$ puntir)	= 16 mm
Cot $\theta^2$	= 1
Jarak spasi tulangan sejajar (S sejajar)	= 25 mm
	<b>(SNI 2847:2013 pasal 7.6.1)</b>
Jarak spasi tulangan antar lapis	= 25 mm
	<b>(SNI 2847:2013 pasal 7.6.2)</b>
Tebal selimut beton (t decking)	= 40 mm
	<b>(SNI 2847:2013 pasal 7.7.1)</b>

Faktor  $\beta_1 = 0,85$   
**(SNI 2847:2013 pasal 10.2.7.3)**

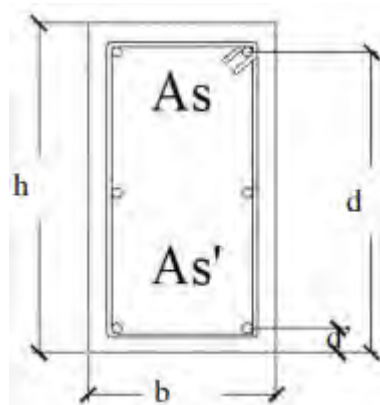
Faktor reduksi kekuatan lentur ( $\phi$ ) = 0,8  
**(SNI 2847:2013 pasal 9.3.2.1)**

Faktor reduksi kekuatan geser ( $\phi$ ) = 0,75  
**(SNI 2847:2013 pasal 9.3.2.3)**

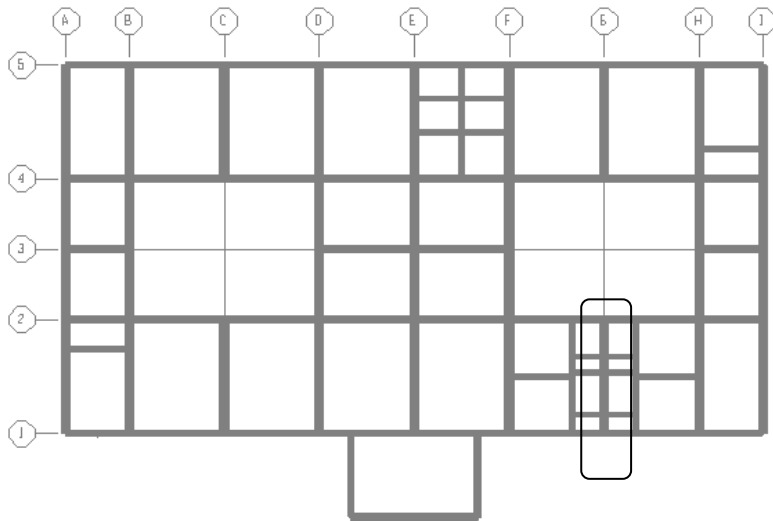
Faktor reduksi kekuatan puntir ( $\phi$ ) = 0,75  
**(SNI 2847:2013 pasal 9.3.2.3)**

Maka, tinggi efektif sloof :

$$\begin{aligned}
 d &= h - \text{decking} - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tul.lentur} \\
 &= 500 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 19 \\
 &= 440,5\text{mm} \\
 d' &= \text{decking} + \emptyset \text{ sengkang} + \frac{1}{2} \emptyset \text{ tul.lentur} \\
 &= 40 + 10 + \frac{1}{2} \cdot 19 \\
 &= 59,5\text{mm}
 \end{aligned}$$



Gambar 4. 59Tinggi efektif Sloof



Gambar 4. 60 Denah Sloof

### Hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000

Setelah dilakukan analisa menggunakan program bantu SAP 2000, didapatkan hasil output dan diagram gaya dalam sehingga digunakan dalam proses perhitungan penulangan balok,

Adapun dalam pengambilan hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000 yaitu gaya yang ditinjau harus ditentukan dan digunakan akibat dari beberapa macam kombinasi pembebanan. Kombinasi pembebanan yang digunakan terdiri dari kombinasi beban gravitasi dan kombinasi beban gempa.

Kombinasi Beban Gravitasi :

❖ Pembebanan akibat beban mati dan beban hidup.

$$1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$$

$$1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} + 0,8 \text{ W}$$

$$1,2 \text{ DL} + 1 \text{ LL} + 1,3 \text{ w}$$

$$0,9 \text{ DL} + 1,3 \text{ S}$$

$$1,4 \text{ DL}$$

Kombinasi Beban Gempa :

- ❖ Pembebanan akibat beban gravitasi dan beban gempa positif searah sumbu X.

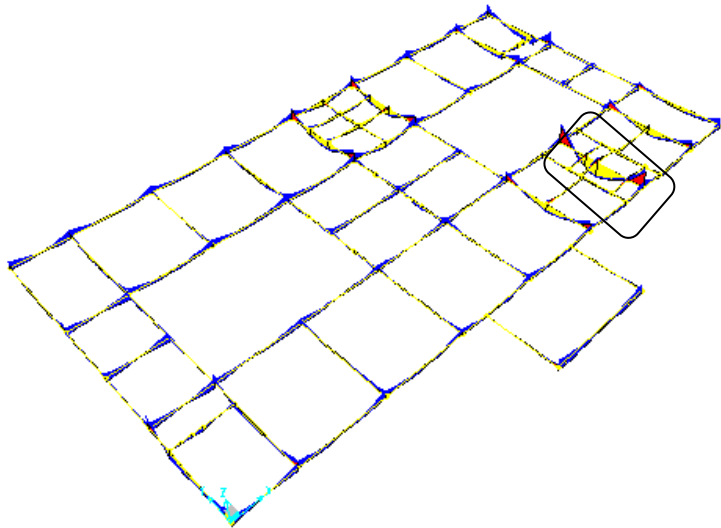
$$1,2 \text{ DL} + 1 \text{ LL} + 1,0 \text{ EQ}_x + 0,3 \text{ EQ}_y \text{ dan}$$

$$0,9 \text{ DL} + 1,0 \text{ EQ}_x + 0,3 \text{ EQ}_y$$

- ❖ Pembebanan akibat beban gravitasi dan beban gempa positif searah sumbu Y.

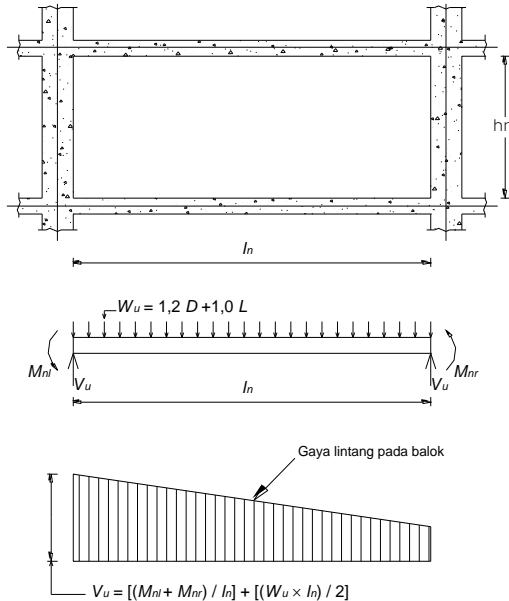
$$1,2 \text{ DL} + 1 \text{ LL} + 0,3 \text{ EQ}_x + 1,0 \text{ EQ}_y \text{ dan}$$

$$0,9 \text{ DL} + 0,3 \text{ EQ}_x + 1,0 \text{ EQ}_y$$



Gambar 4. 61 Denah Sloof yang Ditinjau dan Diagram Gaya Dalam Momen Lentur Sloof

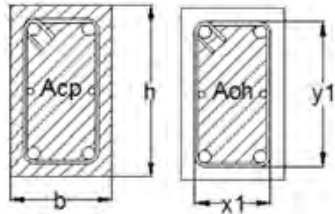
Berdasarkan SNI 2847:2013, Pasal 21.3 untuk mendesain bangunan yang menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) seperti gambar berikut ini :



Gambar 4. 62 geser desain untuk rangka momen menengah

Periksa kecukupan dimensi penampang terhadap beban geser lentur dan puntir.

Ukuran penampang sloof yang dipakai = 40/50



Gambar 4. 63 luasan Acp,Pcp dan Aoh

Luasan yang dibatasi oleh keliling luar irisan penampang beton

$$\begin{aligned}
 A_{cp} &= b_{\text{balok}} \times h_{\text{balok}} \\
 &= 400 \text{ mm} \times 500 \text{ mm} \\
 &= 200.000 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Parimeter luar irisan penampang beton Acp

$$\begin{aligned}
 P_{cp} &= 2 \times (b_{\text{balok}} + h_{\text{balok}}) \\
 &= 2 \times (400 \text{ mm} + 500 \text{ mm}) \\
 &= 1.800 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Luas penampang dibatasi as tulangan sengkang

$$\begin{aligned}
 A_{oh} &= (b_{\text{balok}} - 2 \cdot t_{\text{decking}} - \emptyset_{\text{geser}}) \times (h_{\text{balok}} - 2 \cdot t_{\text{decking}} - \emptyset_{\text{geser}}) \\
 &= (400 \text{ mm} - (2.40 \text{ mm}) - 10 \text{ mm}) \times (500 \text{ mm} - (2.40 \text{ mm}) - 10 \text{ mm}) \\
 &= 127.100 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Keliling penampang dibatasi as tulangan sengkang

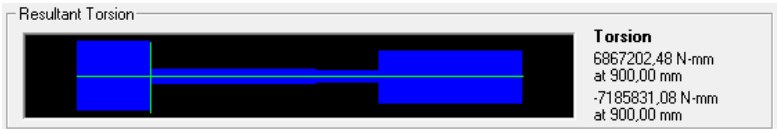
$$\begin{aligned}
 P_h &= 2 \cdot ((b_{\text{balok}} - 2 \cdot t_{\text{decking}} - \emptyset_{\text{geser}}) + (h_{\text{balok}} - 2 \cdot t_{\text{decking}} - \emptyset_{\text{geser}})) \\
 &= 2 \cdot ((400 \text{ mm} - (2 \cdot 40 \text{ mm}) - 10 \text{ mm}) + (500 \text{ mm} - (2 \cdot 40 \text{ mm}) - 10 \text{ mm})) \\
 &= 2 \times (310 \text{ mm} + 410 \text{ mm}) \\
 &= 2 \times 720 \text{ mm} = 1440 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

### a. Perhitungan Penulangan Puntir

Berdasarkan hasil output diagram torsi pada SAP 2000 diperoleh momen puntir :

#### Momen Puntir Ultimate

Akibat kombinasi 1,2D + 1,0L + 0,3EX + 1,0EY



$$T_u = 7.185.831 \text{ Nmm}$$

#### Momen Puntir Nominal

$$\begin{aligned} T_n &= \frac{T_u}{\phi} \\ &= \frac{7.185.831}{0,75} \\ &= 9.581.108 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

#### Geser Ultimate

Akibat kombinasi 1,4D

$$V_u = 147.139 \text{ N}$$

Pengaruh puntir dapat diabaikan bila momen puntir terfaktor  $T_u$  besarnya kurang daripada :

$$\begin{aligned} T_{u_{\min}} &= \frac{\phi \sqrt{f'c'}}{12} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \\ &= \frac{0,75 \sqrt{30}}{12} \left( \frac{200.000^2}{1800} \right) \\ &= 7.607.257,74 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 11.5.1(a))

Sedangkan untuk momen puntir terfaktor maksimum  $T_u$  dapat diambil sebesar :

$$\begin{aligned} T_{u_{\max}} &= \frac{\phi \sqrt{f'c'}}{3} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \\ &= \frac{0,75 \sqrt{30}}{3} \left( \frac{200.000^2}{1800} \right) \\ &= 30.429.030,97 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 11.5.2.2(a))

#### Cek Pengaruh Momen Puntir

$$T_u < \frac{\phi \sqrt{f'c'}}{12} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \quad \text{maka tulangan puntir di abaikan}$$

$$T_u > \frac{\phi \sqrt{f'c'}}{12} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \quad \text{maka memerlukan tulangan puntir}$$

7.185.831 Nmm > 7.607.257,74 Nmm (**tidak memerlukan tulangan puntir**)

Jadi, penampang sloof tidak memerlukan penulangan puntir berupa tulangan memanjang.

#### Cek Kecukupan Penampang Menahan Momen Puntir

Dimensi penampang melintang harus memenuhi ketentuan berikut :

$$\begin{aligned} \sqrt{\left( \frac{Vu}{b \times d} \right)^2 + \left( \frac{Tu \times P_h}{1,7 \times A_o h^2} \right)^2} &\leq \phi \left( \frac{\frac{1}{6} \sqrt{f'c'} \times b \times d}{b \times d} + \left( \frac{2 \sqrt{f'c'}}{3} \right) \right) \\ \sqrt{\left( \frac{126.219,29}{400 \times 440,5} \right)^2 + \left( \frac{7.185.831 \times 1440}{1,7 \times (127.100)^2} \right)^2} &\leq 0,75 \left( \frac{\frac{1}{6} \sqrt{30} \times 400 \times 440,5}{400 \times 440,5} + \left( \frac{2 \sqrt{30}}{3} \right) \right) \end{aligned}$$

$$0,809 \leq 3,42 \text{ (memenuhi)}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 11.5.3.1(a))

Maka, penampang sloof mencukupi untuk menahan momen puntir.

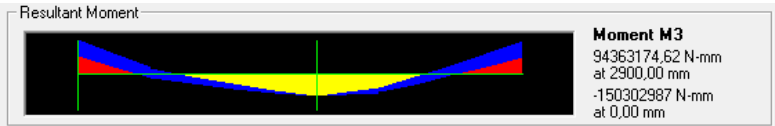


## b. Perhitungan Penulangan Lentur

### ➤ DAERAH TUMPUAN KANAN

Diambil momen yang terbesar, akibat dari kombinasi :

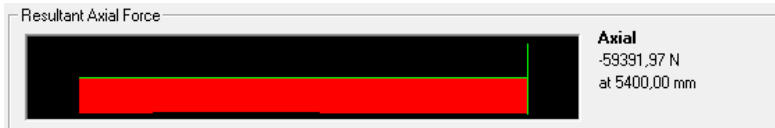
$$1,2D + 1,0L + 0,3EX + 1,0EY$$



$$Mu_{tumpuan} = 150.302.987 \text{ Nmm}$$

### Hasil Output Diagram Gaya Axial dari SAP

Berdasarkan hasil output dan diagram gaya dalam akibat kombinasi 1,4D dari analisa SAP 2000 didapatkan :



Gaya geser terfaktor  $N_u = 59.391,97 \text{ N}$

### Momen lentur nominal ( $M_n$ )

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{Mu_{tumpuan}}{\phi} \\ &= \frac{150.302.987 \text{ Nmm}}{0,8} \\ &= 187.878.733,75 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

### Gaya aksial nominal ( $N_u$ )

$$\begin{aligned} N_n &= \frac{Nu_{tumpuan}}{\phi} \\ &= \frac{59.391,97 \text{ Nmm}}{0,8} \\ &= 91.372,26 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Garis netral dalam kondisi balance

$$\begin{aligned}
 X_b &= \frac{600}{600 + f_y} \times d \\
 &= \frac{600}{600 + 400} \times 440,5 \text{ mm} \\
 &= 264,30 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.2.2)**Garis netral maksimum

$$\begin{aligned}
 X_{\max} &= 0,75 \times X_{\text{balance}} \\
 &= 0,75 \times 264,30 \text{ mm} \\
 &= 198,22 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Garis netral minimum

$$\begin{aligned}
 X_{\min} &= d' \\
 &= 59,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Garis netral rencana (asumsi)

$$\begin{aligned}
 X_{\text{rencana}} &= 0,5 X_b \\
 &= 0,5 \cdot 264,3 \text{ mm} \\
 &= 132,15 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Komponen beton tertekan

$$\begin{aligned}
 Cc' &= 0,85 \times f_c' \times b \times \beta_1 \times X_{\text{rencana}} \\
 &= 0,85 \times 30 \times 400 \text{ mm} \times 0,85 \times 132,15 \text{ mm} \\
 &= 1.145.740,5 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Luas tulangan lentur gaya tarik tulangan lentur tunggal

$$\begin{aligned}
 A_{sc} &= \frac{0,85 \times f_c' \times b \times \beta_1 \times X_{\text{rencana}}}{f_y} \\
 &= \frac{0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 400 \text{ mm} \times 0,85 \times 132,15 \text{ mm}}{400 \text{ N/mm}^2}
 \end{aligned}$$

$$= 2.864,35 \text{ mm}^2$$

Momen nominal tulangan lentur tunggal

$$\begin{aligned} M_{nc} &= A_{sc} \times f_y \times \left( d - \frac{\beta_1 \cdot X_{rencana}}{2} \right) \\ &= 2.864,35 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \times \left( 440,5 \text{ mm} - \frac{0,85 \times 132,15 \text{ mm}}{2} \right) \\ &= 440.349.607,24 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Cek momen nominal tulangan lentur rangkap

Syarat :

$M_{ns} > 0 \rightarrow$  maka perlu tulangan lentur tekan

$M_{ns} \leq 0 \rightarrow$  maka tidak perlu tulangan lentur tekan

$$\begin{aligned} M_{ns} &= M_n - M_{nc} \\ &= 187.878.733,75 \text{ Nmm} - 440.349.607,24 \text{ Nmm} \\ &= -252.470.873,49 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Maka,  $M_{ns} > 0 / M_{ns} \leq 0$

$M_{ns} = -252.470.873,49 \text{ Nmm} \leq 0$  (**tidak perlu tulangan lentur tekan**)

Sehingga untuk analisis selanjutnya digunakan perhitungan penulangan lentur tunggal.

$\Rightarrow$  **Perencanaan Tulangan Lentur Tunggal**

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} \\ &= \frac{400 \text{ N/mm}^2}{0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2} \\ &= 15,69 \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 10.3.5)

$$\begin{aligned}\rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400 \text{ N/mm}^2} \\ &= 0,0035\end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.5.1)**

$$\begin{aligned}\rho_{\text{balance}} &= 0,85 \times \beta_1 \times \left( \frac{f_c'}{f_y} \right) \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= 0,85 \times 0,85 \times \left( \frac{30 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2} \right) \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,032\end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 8.4.3)**

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_{\text{balance}} \\ &= 0,75 \times 0,032 \\ &= 0,024\end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 49 pers. 3.6.1)**

$$\begin{aligned}R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\ &= \frac{187.878.733,75}{400 \text{ mm} \times (440,5 \text{ mm})^2} \\ &= 2,42 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,69} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 2,42 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2}} \right) \\ &= 0,0064\end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)**

Syarat :

$$\rho_{\min} \leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\max}$$

$$0,0035 \leq 0,0064 \leq 0,0244 \rightarrow \text{memenuhi}$$

Maka, digunakan  $\rho_{\text{perlu}} = 0,0064$

Luasan tulangan lentur tarik pakai

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{perlu}} \times b \times d \\ &= 0,0064 \times 400 \times 440,5 \\ &= 1.122,35 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s &= A_s + \frac{Nn}{f_y} \\ &= 1.122,35 + 228,43 \\ &= 1.350,78 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tarik pakai (sisi atas)

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_s \text{ perlu}}{A_s \text{ tulangan pakai}} \\ &= \frac{1.350,78 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19)^2} \\ &= 4,76 \text{ buah} \approx \text{dipakai 5 buah} \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tarik (pasang sisi atas)

$$\begin{aligned} A_s \text{ pasang} &= n \text{ pasang} \times \text{luasan D lentur} \\ &= 5 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\ &= 1.416,92 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol :

$$A_s \text{ pasang} > A_s \text{ perlu}$$

$$1.426,92 \text{ mm}^2 > 1.350,78 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{memenuhi}$$

Luasan tulangan lentur tekan ditambah luasan tambahan lentur axial untuk lentur :

$$\begin{aligned} A_s' &= A_s + \frac{Nn}{f_y} \\ &= 0 + 228,43 \\ &= 228,43 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tekan pakai (sisi bawah)

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_s' \text{ perlu}}{A_s \text{ tulangan pakai}} \\ &= \frac{228,43 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2} \\ &= 0,81 \text{ buah} \approx \text{dipakai 2 buah} \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tekan pasang (sisi bawah)

$$\begin{aligned} A_s \text{ pasang} &= n \text{ pasang} \times \text{luasan D lentur} \\ &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\ &= 566,77 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol :

$$\begin{aligned} A_s \text{ pasang} &> A_s \text{ perlu} \\ 566,77 \text{ mm}^2 &> 228,43 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{memenuhi} \end{aligned}$$

Kontrol jarak spasi tulangan tarik

Syarat :

$$\begin{aligned} S_{\text{maks}} &\geq S_{\text{sejajar}} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun 1 lapis} \\ S_{\text{maks}} &\leq S_{\text{sejajar}} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun lebih dari 1 lapis} \end{aligned}$$

Direncanakan dipakai tulangan :

tarik 1 lapis 5D19

tekan 1 lapis 2D19

**Kontrol Tulangan Tarik**

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &= \frac{b - (2 \times t_{\text{decking}}) - (2 \times \phi_{\text{geser}}) - (\text{jumlah tul.} \times D_{\text{lentur}})}{\text{jumlah tulangan} - 1} \\
 &= \frac{400 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (5 \times 19 \text{ mm})}{5 - 1} \\
 &= 51,25 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{syarat sejajar}}$$

$$51,25 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm} \text{ (dipakai tulangan 1 lapis)}$$

**Kontrol Tulangan Tekan**

$$\begin{aligned}
 S_{\text{maks}} &= \frac{b - (2 \times t_{\text{decking}}) - (2 \times \phi_{\text{geser}}) - (\text{jumlah tul.} \times D_{\text{lentur}})}{\text{jumlah tulangan} - 1} \\
 &= \frac{400 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (2 \times 19 \text{ mm})}{2 - 1} \\
 &= 262 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{syarat sejajar}}$$

$$262 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm} \text{ (dipakai tulangan 1 lapis)}$$

Maka, dipakai tulangan lentur sloof SY1 (40/50) untuk daerah tumpuan :

- Tulangan lentur tarik susun 1 lapis  
Lapis 1 = 5D19
- Tulangan lentur tekan susun 1 lapis  
Lapis 1 = 2D19

**Cek syarat SRPMM untuk kekuatan lentur pada sloof**

Kekuatan momen positif pada muka joint tidak boleh kurang dari sepertiga kekuatan momen negatif yang disediakan pada muka joint. Baik kekuatan momen negatif

atau positif pada sembarang penampang sepanjang panjang sloof tidak boleh kurang dari seperlima kekuatan momen maksimum yang disediakan pada muka salah satu joint.

$$M \text{ lentur tumpuan } (+) > \frac{1}{3} \times M \text{ lentur tumpuan } (-)$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 21.3.4.1)**

Maka berdasarkan pengecekan ini dilakukan dengan meninjau tulangan pasang.

$$\begin{aligned} \text{As pasang} &= 5\text{D}19 \\ &= 5 \times 0,25 \times 3,14 \times 19^2 \\ &= 1.416,92 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As' pasang} &= 2\text{D}19 \\ &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times 19^2 \\ &= 566,77 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$M \text{ lentur tumpuan } (+) > \frac{1}{3} \times M \text{ lentur tumpuan } (-)$$

$$566,77 \text{ mm}^2 \geq \frac{1}{3} \times 1.416,92 \text{ mm}^2$$

$$566,77 \text{ mm}^2 \geq 472,31 \text{ mm}^2 \text{ (**memenuhi**)}$$

Jadi, pada daerah tumpuan kiri, dipasang tulangan :

$$\text{Tulangan tarik} = 5\text{D}19$$

$$\text{Tulangan tekan} = 2\text{D}19$$

Kontrol kemampuan penampang :

$$\text{As pakai tulangan tarik} \quad 5\text{D}19 = 1.416,92 \text{ mm}^2$$

$$\text{As pakai tulangan tekan} \quad 2\text{D}19 = 566,77 \text{ mm}^2$$



$$\begin{aligned}
 a &= \frac{As \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} \\
 &= \frac{(1.416,92 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2) - (566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2)}{0,85 \times 30 \times 400} \\
 &= 33,34 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Gaya tekan beton :

$$\begin{aligned}
 Cc' &= 0,85 \times f_c' \times b \times a \\
 &= 0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 400 \text{ mm} \times 33,34 \text{ mm} \\
 &= 340.062 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Cs' &= As' \text{ pasang} \times f_y \\
 &= 850,15 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 226.708 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mn_{\text{pasang}} &= Cc' \times \left(d - \frac{a}{2}\right) + Cs' \times (d - d') \\
 &= 340.062 \text{ N} \times \left(440,5 \text{ mm} - \frac{44,45 \text{ mm}}{2}\right) + \\
 &226.708 \text{ N} \times (440,5 \text{ mm} - 59,5 \text{ mm}) \\
 &= 230.504.325,49 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Maka,  $Mn_{\text{pasang}} > Mn_{\text{perlu}}$

$$230.504.325,49 \text{ Nmm} > 187.878.733,75 \text{ Nmm} \text{ (memenuhi)}$$

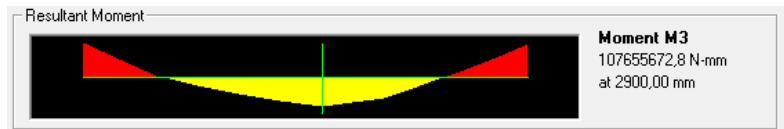
Jadi, penulangan lentur untuk sloof SY1 (40/50) AS G 1 – 2 frame 65 pada daerah tumpuan kiri dipakai tulangan tarik 5 D19 dan tulangan tekan minimum 2D19 dengan susunan sebagai berikut :

- Tulangan tarik 1 lapis  
Lapis 1 : 5D19
- Tulangan tekan minimum 1 lapis  
Lapis 1 : 2D19

➤ **DAERAH LAPANGAN**

Diambil momen yang terbesar, akibat dari kombinasi :

Akibat kombinasi : 1,4D



$$Mu_{lapangan} = 107.655.672,8 \text{ Nmm}$$

Momen lentur nominal ( $M_n$ )

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{Mu_{lapangan}}{\phi} \\ &= \frac{107.655.672,8 \text{ Nmm}}{0,8} \\ &= 134.569.591 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Gaya aksial nominal ( $N_u$ )

$$\begin{aligned} N_n &= \frac{Nu_{tumpuan}}{\phi} \\ &= \frac{59.391,97 \text{ Nmm}}{0,8} \\ &= 91.372,26 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Garis netral dalam kondisi balance

$$\begin{aligned} X_b &= \frac{600}{600 + f_y} \times d \\ &= \frac{600}{600 + 400} \times 440,5 \text{ mm} \\ &= 264,30 \text{ mm} \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 10.2.2)

Garis netral maksimum

$$\begin{aligned} X_{\max} &= 0,75 \times X_{\text{balance}} \\ &= 0,75 \times 264,30 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$= 198,22 \text{ mm}$$

Garis netral minimum

$$\begin{aligned} X_{\min} &= d' \\ &= 59,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Garis netral rencana (asumsi)

$$\begin{aligned} X_{\text{rencana}} &= 0,5 X_b \\ &= 0,5 \cdot 264,3 \text{ mm} \\ &= 132,15 \text{ mm} \end{aligned}$$

Komponen beton tertekan

$$\begin{aligned} C_c' &= 0,85 \times f_c' \times b \times \beta_1 \times X_{\text{rencana}} \\ &= 0,85 \times 30 \times 400 \text{ mm} \times 0,85 \times 132,15 \text{ mm} \\ &= 1.145.740,5 \text{ N} \end{aligned}$$

Luas tulangan lentur gaya tarik tulangan lentur tunggal

$$\begin{aligned} A_{sc} &= \frac{0,85 \times f_c' \times b \times \beta_1 \times X_{\text{rencana}}}{f_y} \\ &= \frac{0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 400 \text{ mm} \times 0,85 \times 132,15 \text{ mm}}{400 \text{ N/mm}^2} \\ &= 2.864,35 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Momen nominal tulangan lentur tunggal

$$\begin{aligned} M_{nc} &= A_{sc} \times f_y \times \left( d - \frac{\beta_1 \cdot X_{\text{rencana}}}{2} \right) \\ &= 2.864,35 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \times \left( 440,5 \text{ mm} - \frac{0,85 \times 132,15 \text{ mm}}{2} \right) \\ &= 440.349.607,24 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Cek momen nominal tulangan lentur rangkap

Syarat :

$$M_{ns} > 0 \rightarrow \text{maka perlu tulangan lentur tekan}$$

$$M_{ns} \leq 0 \rightarrow \text{maka tidak perlu tulangan lentur tekan}$$

$$\begin{aligned} M_{ns} &= M_n - M_{nc} \\ &= 134.569.591 \text{ Nmm} - 440.349.607,24 \text{ Nmm} \\ &= - 305.780.016,24 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Maka,  $M_{ns} > 0 / M_{ns} \leq 0$

$M_{ns} = - 305.780.016,24 \text{ Nmm} \leq 0$  (**tidak perlu tulangan lentur tekan**)

Sehingga untuk analisis selanjutnya digunakan perhitungan penulangan lentur tunggal.

⇒ **Perencanaan Tulangan Lentur Tunggal**

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} \\ &= \frac{400 \text{ N/mm}^2}{0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2} \\ &= 15,69 \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 10.3.5)

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400 \text{ N/mm}^2} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 10.5.1)

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{balance}} &= 0,85 \times \beta_1 \times \left( \frac{f_c'}{f_y} \right) \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= 0,85 \times 0,85 \times \left( \frac{30 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2} \right) \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right) \\
 &= 0,032
 \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 8.4.3)

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{max}} &= 0,75 \times \rho_{\text{balance}} \\
 &= 0,75 \times 0,032 \\
 &= 0,024
 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 49 pers. 3.6.1)**

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{Mn}{b \times d^2} \\
 &= \frac{134.569.591 \text{ Nmm}}{400 \text{ mm} \times (440,5 \text{ mm})^2} \\
 &= 1,73 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{15,67} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,67 \times 1,73 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2}} \right) \\
 &= 0,0045
 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)**

Syarat :

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{min}} &\leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\text{max}} \\
 0,0035 &\leq 0,0045 \leq 0,024 \quad \rightarrow \text{memenuhi}
 \end{aligned}$$

Maka, digunakan  $\rho_{\text{perlu}} = 0,0045$

Luasan tulangan lentur tarik pakai

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{perlu}} \times b \times d \\ &= 0,0045 \times 400 \times 440,5 \\ &= 791,63 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s &= A_s + \frac{Nn}{f_y} \\ &= 791,63 + 228,43 \\ &= 1.020,06 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tarik pakai (sisi atas)

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_s \text{ perlu}}{A_s \text{ tulangan pakai}} \\ &= \frac{1.020,06 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19)^2} \\ &= 3,60 \text{ buah} \approx \text{dipakai 4 buah} \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tarik (pasang sisi atas)

$$\begin{aligned} A_s \text{ pasang} &= n \text{ pasang} \times \text{luasan D lentur} \\ &= 4 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\ &= 1.133,54 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol :

$$\begin{aligned} A_s \text{ pasang} &> A_s \text{ perlu} \\ 1.133,54 \text{ mm}^2 &> 1.020,06 \text{ mm}^2 && \rightarrow \text{memenuhi} \end{aligned}$$

Luasan tulangan perlu lentur ditambah luasan tambahan puntir longitudinal untuk lentur :

$$\begin{aligned} A_s' &= A_s + \frac{Nn}{f_y} \\ &= 0 + 228,43 \end{aligned}$$

$$= 228,43 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan lentur tekan pakai (sisi bawah)

$$\begin{aligned} n &= \frac{As_{\text{perlu}}}{As_{\text{tulangan pakai}}} \\ &= \frac{228,43 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2} \\ &= 0,81 \text{ buah} \approx \text{dipakai 2 buah} \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tekan pasang (sisi bawah)

$$\begin{aligned} As_{\text{pasang}} &= n_{\text{pasang}} \times \text{luasan } D \text{ lentur} \\ &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\ &= 566,77 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol :

$As_{\text{pasang}} > As_{\text{perlu}}$

$$566,77 \text{ mm}^2 > 228,43 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{memenuhi}$$

Kontrol jarak spasi tulangan tarik

Syarat :

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{sejajar}} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun 1 lapis}$$

$$S_{\text{maks}} \leq S_{\text{sejajar}} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun lebih dari 1 lapis}$$

Direncanakan dipakai tulangan tarik 1 lapis 4D19 dan tulangan tekan 1 lapis 2D19

**Kontrol Tulangan Tarik**

$$\begin{aligned} S_{\text{maks}} &= \frac{b - (2 \times t_{\text{decking}}) - (2 \times \phi_{\text{geser}}) - (\text{jumlah tul.} \times D_{\text{lentur}})}{\text{jumlah tulangan} - 1} \\ &= \frac{400 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (4 \times 19 \text{ mm})}{2 - 1} \\ &= 74,67 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S_{maks} \geq S_{syarat\ sejar}$$

$$74,67 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm (dipakai tulangan 1 lapis)}$$

### **Kontrol Tulangan Tekan**

$$\begin{aligned} S_{maks} &= \frac{b - (2 \times t_{decking}) - (2 \times \phi_{geser}) - (\text{jumlah tul.} \times D_{lentur})}{\text{jumlah tulangan} - 1} \\ &= \frac{400 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (2 \times 19 \text{ mm})}{2 - 1} \\ &= 262 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S_{maks} \geq S_{syarat\ sejar}$$

$$262 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm (dipakai tulangan 1 lapis)}$$

Maka, dipakai tulangan lentur sloof SY1 (40/50) AS G 1 – 2 frame 65 untuk daerah lapangan :

- Tulangan lentur tarik susun 1 lapis  
Lapis 1 = 4D19
- Tulangan lentur tekan susun 1 lapis  
Lapis 1 = 2D19

### **Cek syarat SRPMM untuk kekuatan lentur pada sloof**

Kekuatan momen positif pada muka joint tidak boleh kurang dari sepertiga kekuatan momen negatif yang disediakan pada muka joint. Baik kekuatan momen negatif atau positif pada sembarang penampang sepanjang panjang sloof tidak boleh kurang dari seperlima kekuatan momen maksimum yang disediakan pada muka salah satu joint.

$$M \text{ lentur lapangan ( + )} \geq \frac{1}{3} \times M \text{ lentur lapangan ( - )}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 21.3.4.1)**



Maka berdasarkan pengecekan ini dilakukan dengan meninjau tulangan pasang.

$$\begin{aligned}\text{As pasang} &= 4\text{D19} \\ &= 4 \times 0,25 \times 3,14 \times 19^2 \\ &= 1.133,54 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{As' pasang} &= 2\text{D19} \\ &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times 19^2 \\ &= 566,77 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{M lentur lapangan ( + )} &\geq \frac{1}{3} \times \text{M lentur lapangan ( - )} \\ 566,77 \text{ mm}^2 &> \frac{1}{3} \times 1.133,54 \text{ mm}^2 \\ 566,77 \text{ mm}^2 &> 377,85 \text{ mm}^2 \text{ (**memenuhi**)}\end{aligned}$$

Jadi, pada daerah tumpuan kanan, dipasang tulangan :

$$\begin{aligned}\text{Tulangan tarik} &= 4\text{D19} \\ \text{Tulangan tekan} &= 2\text{D19}\end{aligned}$$

Kontrol kemampuan penampang :

$$\begin{aligned}\text{As pakai tulangan tarik} &4\text{D19} = 1.133,54 \text{ mm}^2 \\ \text{As pakai tulangan tekan} &2\text{D19} = 566,77 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}a &= \frac{As \times fy}{0,85 \times f'c' \times b} \\ &= \frac{(1.133,54 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2) - (566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2)}{0,85 \times 30 \times 400} \\ &= 22,23 \text{ mm}\end{aligned}$$

Gaya tekan beton :

$$Cc' = 0,85 \times f'c' \times b \times a$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,85 \times 30 \, N/mm^2 \times 400 \, mm \times 22,23 \, mm \\
 &= 226.708 \, N
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Cs' &= As' \text{ pasang} \times fy \\
 &= 566.77 \, mm^2 \times 400 \, N/mm^2 \\
 &= 226.708 \, N
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mn_{\text{pasang}} &= Cc' \times \left(d - \frac{a}{2}\right) + Cs' \times (d - d') \\
 &= 226.708 \, N \times \left(440,5 \, mm - \frac{22,23 \, mm}{2}\right) + \\
 &226.708 \, N \times (440,5 \, mm - 59,5 \, mm) \\
 &= 183.721.184,88 \, Nmm
 \end{aligned}$$

Maka,  $Mn_{\text{pasang}} > Mn_{\text{perlu}}$   
 $183.721.184,88 \, Nmm > 134.569.591 \, Nmm$  (**memenuhi**)

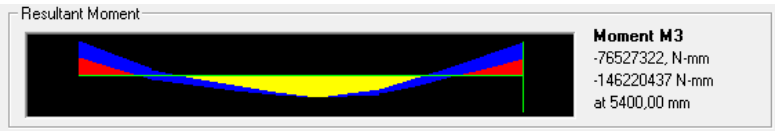
Jadi, penulangan lentur untuk sloof SY1 (40/50) AS G 1 – 2 frame 65 pada daerah lapangan dipakai tulangan tarik 4D19 dan tulangan tekan minimum 2D19 dengan susunan sebagai berikut :

- Tulangan tarik 1 lapis  
Lapis 1 : 4D19
- Tulangan tekan minimum 1 lapis  
Lapis 1 : 2D19

### ➤ DAERAH TUMPUAN KIRI

Diambil momen yang terbesar, akibat dari kombinasi :

$$1,2D + 1,0L + 0,3EX + 1,0EY$$



$$Mu_{tumpuan} = 146.220.437 \text{ Nmm}$$

### Momen lentur nominal ( $M_n$ )

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{Mu_{tumpuan}}{\phi} \\ &= \frac{146.220.437 \text{ Nmm}}{0,8} \\ &= 182.775.546,25 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

### Gaya aksial nominal ( $N_u$ )

$$\begin{aligned} N_n &= \frac{Nu_{tumpuan}}{\phi} \\ &= \frac{59.391,97 \text{ Nmm}}{0,8} \\ &= 91.372,26 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

### Garis netral dalam kondisi balance

$$\begin{aligned} X_b &= \frac{600}{600 + f_y} \times d \\ &= \frac{600}{600 + 400} \times 440,5 \text{ mm} \\ &= 264,30 \text{ mm} \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 10.2.2)

### Garis netral maksimum

$$\begin{aligned} X_{\max} &= 0,75 \times X_{\text{balance}} \\ &= 0,75 \times 264,30 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$= 198,22 \text{ mm}$$

Garis netral minimum

$$\begin{aligned} X_{\min} &= d' \\ &= 59,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Garis netral rencana (asumsi)

$$\begin{aligned} X_{\text{rencana}} &= 0,5 X_b \\ &= 0,5 \cdot 264,3 \text{ mm} \\ &= 132,15 \text{ mm} \end{aligned}$$

Komponen beton tertekan

$$\begin{aligned} Cc' &= 0,85 \times f_c' \times b \times \beta_1 \times X_{\text{rencana}} \\ &= 0,85 \times 30 \times 400 \text{ mm} \times 0,85 \times 132,15 \text{ mm} \\ &= 1.145.740,5 \text{ N} \end{aligned}$$

Luas tulangan lentur gaya tarik tulangan lentur tunggal

$$\begin{aligned} A_{sc} &= \frac{0,85 \times f_c' \times b \times \beta_1 \times X_{\text{rencana}}}{f_y} \\ &= \frac{0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 400 \text{ mm} \times 0,85 \times 132,15 \text{ mm}}{400 \text{ N/mm}^2} \\ &= 2.864,35 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Momen nominal tulangan lentur tunggal

$$\begin{aligned} M_{nc} &= A_{sc} \times f_y \times \left( d - \frac{\beta_1 \cdot X_{\text{rencana}}}{2} \right) \\ &= 2.864,35 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \times \left( 440,5 \text{ mm} - \frac{0,85 \times 132,15 \text{ mm}}{2} \right) \\ &= 440.349.607,24 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Cek momen nominal tulangan lentur rangkap

Syarat :

$$M_{ns} > 0 \rightarrow \text{maka perlu tulangan lentur tekan}$$

$$M_{ns} \leq 0 \rightarrow \text{maka tidak perlu tulangan lentur tekan}$$

$$\begin{aligned} M_{ns} &= M_n - M_{nc} \\ &= 182.775.546,25 \text{ Nmm} - 440.349.607,24 \text{ Nmm} \\ &= -257.574.060,99 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Maka,  $M_{ns} > 0$  /  $M_{ns} \leq 0$ 

$M_{ns} = -257.574.060,99 \text{ Nmm} \leq 0$  (**tidak perlu tulangan lentur tekan**)

Sehingga untuk analisis selanjutnya digunakan perhitungan penulangan lentur tunggal.

**⇒ Perencanaan Tulangan Lentur Tunggal**

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} \\ &= \frac{400 \text{ N/mm}^2}{0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2} \\ &= 15,69 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.3.5)**

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400 \text{ N/mm}^2} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.5.1)**

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{balance}} &= 0,85 \times \beta_1 \times \left( \frac{f_c'}{f_y} \right) \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= 0,85 \times 0,85 \times \left( \frac{30 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2} \right) \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right) \\
 &= 0,032
 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 8.4.3)**

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{max}} &= 0,75 \times \rho_{\text{balance}} \\
 &= 0,75 \times 0,032 \\
 &= 0,024
 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 49 pers. 3.6.1)**

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\
 &= \frac{182.775.546,25 \text{ Nmm}}{400 \text{ mm} \times (440,5 \text{ mm})^2} \\
 &= 2,35 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{15,69} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 2,35 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ N/mm}^2}} \right) \\
 &= 0,0062
 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)**

Syarat :

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{min}} &\leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\text{max}} \\
 0,0035 &\leq 0,0062 \leq 0,0244 \quad \rightarrow \text{memenuhi}
 \end{aligned}$$

Maka, digunakan  $\rho_{\text{perlu}} = 0,0062$

Luasan tulangan lentur tarik pakai

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{perlu}} \times b \times d \\ &= 0,0062 \times 400 \times 440,5 \\ &= 1.090,23 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s &= A_s + \frac{Nn}{f_y} \\ &= 1.090,23 + 228,43 \\ &= 1.318,66 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan lentur tarik pakai (sisi atas)

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_s \text{ perlu}}{A_s \text{ tulangan pakai}} \\ &= \frac{1.318,66 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19)^2} \\ &= 4,65 \text{ buah} \approx \text{dipakai 5 buah} \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tarik (pasang sisi atas)

$$\begin{aligned} A_s \text{ pasang} &= n \text{ pasang} \times \text{luasan D lentur} \\ &= 5 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\ &= 1.416,92 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol :

$A_s \text{ pasang} > A_s \text{ perlu}$

$$1.426,92 \text{ mm}^2 > 1.318,66 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \text{memenuhi}$$

Luasan tulangan lentur tekan ditambah luasan tambahan lentur axial untuk lentur :

$$\begin{aligned} A_s' &= A_s + \frac{Nn}{f_y} \\ &= 0 + 228,43 \end{aligned}$$

$$= 228,43 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan lentur tekan pakai (sisi bawah)

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_s \text{ perlu}}{A_s \text{ tulangan pakai}} \\ &= \frac{228,43 \text{ mm}^2}{0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2} \\ &= 0,81 \text{ buah} \approx \text{dipakai 2 buah} \end{aligned}$$

Luasan tulangan lentur tekan pasang (sisi bawah)

$$\begin{aligned} A_s \text{ pasang} &= n \text{ pasang} \times \text{luas D lentur} \\ &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times (19 \text{ mm})^2 \\ &= 566,77 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol :

$A_s \text{ pasang} > A_s \text{ perlu}$

$566,77 \text{ mm}^2 > 228,43 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{memenuhi}$

Kontrol jarak spasi tulangan tarik

Syarat :

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{sejajar}} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun 1 lapis}$$

$$S_{\text{maks}} \leq S_{\text{sejajar}} = 25 \text{ mm} \rightarrow \text{susun lebih dari 1 lapis}$$

Direncanakan dipakai tulangan :

tarik 1 lapis 5D19

tekan 1 lapis 2D19

Kontrol Tulangan Tarik

$$\begin{aligned} S_{\text{maks}} &= \frac{b - (2 \times t_{\text{decking}}) - (2 \times \phi_{\text{geser}}) - (\text{jumlah tul. } D_{\text{lentur}})}{\text{jumlah tulangan} - 1} \\ &= \frac{400 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (5 \times 19 \text{ mm})}{5 - 1} \end{aligned}$$



$$= 51,25 \text{ mm}$$

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{syarat sejajar}}$$

$$51,25 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm} \text{ (dipakai tulangan 1 lapis)}$$

### **Kontrol Tulangan Tekan**

$$\begin{aligned} S_{\text{maks}} &= \frac{b - (2 \times t_{\text{decking}}) - (2 \times \phi_{\text{geser}}) - (\text{jumlah tul.} \times D_{\text{lentur}})}{\text{jumlah tulangan} - 1} \\ &= \frac{400 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - (2 \times 10 \text{ mm}) - (2 \times 19 \text{ mm})}{2 - 1} \\ &= 262 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S_{\text{maks}} \geq S_{\text{syarat sejajar}}$$

$$262 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm} \text{ (dipakai tulangan 1 lapis)}$$

Maka, dipakai tulangan lentur sloof SY1 (40/50) AS G 1 – 2 frame 65 untuk daerah tumpuan :

- Tulangan lentur tarik susun 1 lapis  
Lapis 1 = 5D19
- Tulangan lentur tekan susun 1 lapis  
Lapis 1 = 2D19

### **Cek syarat SRPMM untuk kekuatan lentur pada sloof**

Kekuatan momen positif pada muka joint tidak boleh kurang dari sepertiga kekuatan momen negatif yang disediakan pada muka joint. Baik kekuatan momen negatif atau positif pada sembarang penampang sepanjang panjang sloof tidak boleh kurang dari seperlima kekuatan momen maksimum yang disediakan pada muka salah satu joint.

M lentur tumpuan ( + )  $> \frac{1}{3}$  x M lentur tumpuan ( - )  
**(SNI 2847:2013 Pasal 21.3.4.1)**

Maka berdasarkan pengecekan ini dilakukan dengan meninjau tulangan pasang.

$$\begin{aligned}\text{As pasang} &= 5\text{D}19 \\ &= 5 \times 0,25 \times 3,14 \times 19^2 \\ &= 1.416,92 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{As' pasang} &= 2\text{D}19 \\ &= 2 \times 0,25 \times 3,14 \times 19^2 \\ &= 566,77 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{M lentur tumpuan ( + )} &> \frac{1}{3} \times \text{M lentur tumpuan ( - )} \\ 566,77 \text{ mm}^2 &\geq \frac{1}{3} \times 1.416,92 \text{ mm}^2 \\ 566,77 \text{ mm}^2 &\geq 472,31 \text{ mm}^2 \text{ (**memenuhi**)}\end{aligned}$$

Jadi, pada daerah tumpuan kiri, dipasang tulangan :

$$\begin{aligned}\text{Tulangan tarik} &= 5\text{D}19 \\ \text{Tulangan tekan} &= 2\text{D}19\end{aligned}$$

Kontrol kemampuan penampang :

$$\begin{aligned}\text{As pakai tulangan tarik} \quad 5\text{D}19 &= 1.416,92 \text{ mm}^2 \\ \text{As pakai tulangan tekan} \quad 2\text{D}19 &= 566,77 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}a &= \frac{As \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} \\ &= \frac{(1.416,92 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2) - (566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2)}{0,85 \times 30 \times 400} \\ &= 33,34 \text{ mm}\end{aligned}$$

Gaya tekan beton :

$$\begin{aligned} Cc' &= 0,85 \times f_c' \times b \times a \\ &= 0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 400 \text{ mm} \times 33,34 \text{ mm} \\ &= 340.062 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Cs' &= As' \text{ pasang} \times f_y \\ &= 850,15 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \\ &= 226.708 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mn_{\text{pasang}} &= Cc' \times \left(d - \frac{a}{2}\right) + Cs' \times (d - d') \\ &= 340.062 \text{ N} \times \left(440,5 \text{ mm} - \frac{44,45 \text{ mm}}{2}\right) + \\ &226.708 \text{ N} \times (440,5 \text{ mm} - 59,5 \text{ mm}) \\ &= 230.504.325,49 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Maka,  $Mn_{\text{pasang}} > Mn_{\text{perlu}}$   
 $230.504.325,49 \text{ Nmm} > 182.775.546,25 \text{ Nmm}$  (**memenuhi**)

Jadi, penulangan lentur untuk sloof SY1 (40/50) AS G 1 – 2 frame 65 pada daerah tumpuan kiri dipakai tulangan tarik 5 D19 dan tulangan tekan minimum 2D19 dengan susunan sebagai berikut :

- Tulangan tarik 1 lapis  
Lapis 1 : 5D19
- Tulangan tekan minimum 1 lapis  
Lapis 1 : 2D19

Penulangan lentur pada sloof SY1 (40/50) AS G 1 – 2 frame 65 menggunakan kebutuhan tulangan terbesar dan menyamakan didaerah tekan dan tarik karena pada sloof

terjadi keadaan tarik dan membutuhkan tulangan menerus. Tulangan lentur yang dipakai adalah 5D 19 pada bagian tekan dan 5D 19 pada daerah tarik.

**c. Perhitungan Penulangan Geser**

Dengan data sloof sebagai berikut :

$$f_c' = 30 \text{ MPa}$$

$$f_y = 320 \text{ MPa}$$

$$\beta_1 = 0,85$$

$$\Phi \text{ reduksi} = 0,75$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 9.3.2.3)**

$$\text{Lebar balok (b)} = 400 \text{ mm}$$

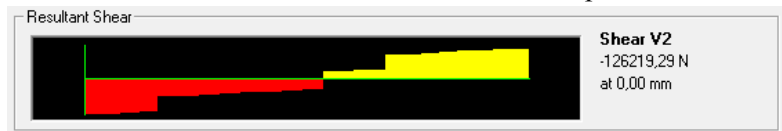
$$\text{Tinggi balok (h)} = 500 \text{ mm}$$

$$\text{Ø tulangan sengkang} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Ø tulangan geser} = 10 \text{ mm}$$

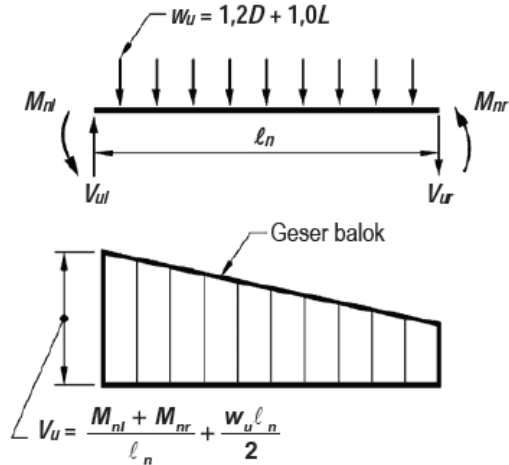
**Hasil Output Diagram Gaya Geser dari SAP**

Berdasarkan hasil output dan diagram gaya dalam akibat kombinasi 1,2D + 1L dari analisa SAP 2000 didapatkan :



Gaya geser terfaktor  $V_u = 126.219,29 \text{ N}$

Berdasarkan perhitungan tulangan lentur pada SY1 (40/50), didapat :



Gambar 4. 64 Perencanaan Geser Untuk sloof SRPMM

### Momen Nominal Kiri

Momen nominal kiri diperoleh dari hasil perhitungan tulangan lentur tumpuan kiri dengan luasan tulangan sebagai berikut :

As pakai tulangan tarik 5D19 = 1.416,92 mm<sup>2</sup>

As pakai tulangan tekan 2D19 = 566,77 mm<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} \\
 &= \frac{(1.416,92 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2) - (566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2)}{0,85 \times 30 \times 400} \\
 &= 33,34 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Gaya tekan beton :

$$\begin{aligned}
 Cc' &= 0,85 \times f_c' \times b \times a \\
 &= 0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 400 \text{ mm} \times 33,34 \text{ mm} \\
 &= 340.062 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C s' &= A s' \text{ pasang} \times f_y \\
 &= 566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 226.708 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M n_{\text{pasang}} &= C c' \times \left(d - \frac{a}{2}\right) + C s' \times (d - d') \\
 &= 340.062 \text{ N} \times \left(440,5 \text{ mm} - \frac{44,45 \text{ mm}}{2}\right) + \\
 &226.708 \text{ N} \times (440,5 \text{ mm} - 59,5 \text{ mm}) \\
 &= 230.504.325,48 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

### Momen Nominal Kanan

Momen nominal kanan diperoleh dari hasil perhitungan tulangan lentur tumpuan kanan dengan luasan tulangan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{As pakai tulangan tarik} & \quad 5D19 = 1.416,92 \text{ mm}^2 \\
 \text{As pakai tulangan tekan} & \quad 2D19 = 566,77 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{A s \times f_y}{0,85 \times f' c' \times b} \\
 &= \frac{(1.416,92 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2) - (566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2)}{0,85 \times 30 \times 400} \\
 &= 33,34 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

### Gaya tekan beton :

$$\begin{aligned}
 C c' &= 0,85 \times f' c' \times b \times a \\
 &= 0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2 \times 400 \text{ mm} \times 33,34 \text{ mm} \\
 &= 340.062 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C s' &= A s' \text{ pasang} \times f_y \\
 &= 566,77 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

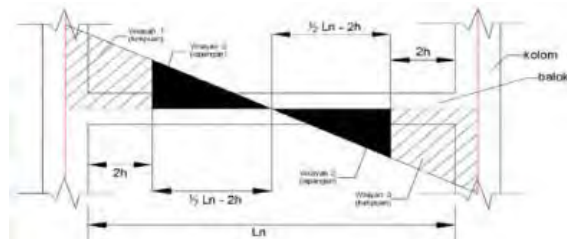
$$= 226.708 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} M_{n_{\text{pasang}}} &= Cc' \times \left(d - \frac{a}{2}\right) + Cs' \times (d - d') \\ &= 340.062 \text{ N} \times \left(440,5 \text{ mm} - \frac{44,45 \text{ mm}}{2}\right) + \\ &226.708 \text{ N} \times (440,5 \text{ mm} - 59,5 \text{ mm}) \\ &= 230.504.325,48 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

### Pembagian wilayah geser sloof

Wilayah balok dibagi menjadi 2 wilayah, yaitu :

1. Wilayah 1 dan 3 daerah tumpuan sejarak dua kali tinggi balok dari muka kolom kearah tengah bentang.
2. Wilayah 2 daerah lapangan dimulai dari akhir wilayah tumpuan sampai ke tengah bentang balok.



1. Pada wilayah 1 dan 3 (Daerah tumpuan)

Berdasarkan hasil output dan diagram gaya dalam akibat kombinasi 1,4DL + 1 LL dari analisa SAP 2000 didapatkan :



Gaya geser terfaktor  $V_u = 126.219,29 \text{ N}$   
(dimana  $V_u$  diambil tepat pada muka kolom)

Gaya geser pada ujung perletakan diperoleh dari :

$$V_{u1} = \frac{Mn_1 + Mnr}{Ln} + \frac{Wu \times Ln}{2}$$

$$V_{u1} = \frac{Mn_1 + Mnr}{Ln} + Vu$$

Dimana :

$V_{u1}$  = Gaya geser pada muka perletakan

$Mn_1$  = Momen nominal aktual balok daerah tumpuan (kiri)

$Mnr$  = Momen nominal aktual balok daerah tumpuan (kanan)

$Ln$  = Panjang balok bersih

$$\begin{aligned} V_{u1} &= \frac{Mn_1 + Mnr}{Ln} + Vu \text{ tumpuan} \\ &= \frac{230.504.325,48 \text{ Nmm} + 230.504.325,48 \text{ Nmm}}{5400 \text{ mm}} + 126.219,29 \text{ N} \\ &= 211.591,26 \text{ N} \end{aligned}$$

Syarat kuat tekan beton ( $f_c'$ )

Nilai  $\sqrt{f_c'}$  yang digunakan tidak boleh melebihi 8,3 MPa.

**(SNI 2847:2013 Pasal 11.1.2)**

$$\begin{aligned} \sqrt{f_c'} &\leq 8,3 \text{ MPa} \\ \sqrt{30} &\leq 8,3 \text{ MPa} \\ 5,48 \text{ MPa} &\leq 8,3 \text{ MPa} \quad \textbf{(memenuhi)} \end{aligned}$$

Kuat geser beton

$$\begin{aligned} V_c &= \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \\ &= \frac{1}{6} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm} \\ &= 160.847,86 \text{ N} \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 11.2.1.1)**



Kuat geser tulangan geser

$$\begin{aligned}
 V_{S_{\min}} &= \frac{1}{3} \times b \times d \\
 &= \frac{1}{3} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm} \\
 &= 58.733,33 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{S_{\max}} &= \frac{1}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \\
 &= \frac{1}{3} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm} \\
 &= 321.695,71 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2V_{S_{\max}} &= \frac{2}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \\
 &= \frac{2}{3} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm} \\
 &= 643.391,43 \text{ N}
 \end{aligned}$$

**Cek Kondisi :**Kondisi 1

$$\begin{aligned}
 V_u \leq 0,5 \times \emptyset \times V_c &\quad \rightarrow \text{Tidak perlu tulangan geser} \\
 232.510,97 \text{ N} \leq 60.317,95 \text{ N} &\quad \textbf{(tidak memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Kondisi 2

$$\begin{aligned}
 0,5 \times \emptyset \times V_c \leq V_u \leq \emptyset \times V_c &\quad \rightarrow \text{Tulangan geser minimum} \\
 60.317,95 \text{ N} \leq 211.591,26 \text{ N} \leq 120.635,89 \text{ N} &\quad \textbf{(tidak memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Kondisi 3

$$\begin{aligned}
 \emptyset \times V_c \leq V_u \leq \emptyset (V_c + V_{S_{\min}}) &\quad \rightarrow \text{Tulangan geser minimum} \\
 120.635,89 \text{ N} \leq 211.591,26 \text{ N} \leq 164.685,89 \text{ N} &\quad \textbf{(tidak memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Kondisi 4

$$\phi (V_c + V_{s_{\min}}) \leq V_u \leq \phi (V_c + V_{s_{\max}}) \rightarrow \text{Tulangan geser}$$

$$164.685,89 \text{ N} \leq 211.591,26 \text{ N} \leq 361.907,68 \text{ N} \text{ (**memenuhi**)}$$

Maka perencanaan penulangan geser balok diambil berdasarkan kondisi 4.

$$V_{s_{\text{perlu}}} = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi}$$

$$= \frac{211.591,26 \text{ N} - (0,75 \times 160.847,86 \text{ N})}{0,75}$$

$$= 121.273,82 \text{ N}$$

Direncanakan menggunakan tulangan geser Ø10 mm dengan sengkang 2 kaki, maka luasan tulangan geser :

$$A_v \text{ perlu} = (0,25 \times 3,14 \times d^2) \times n \text{ kaki}$$

$$= (0,25 \times 3,14 \times (10 \text{ mm})^2) \times 2$$

$$= 157 \text{ mm}^2$$

Jarak tulangan geser perlu (S perlu)

$$S_{\text{perlu}} = \frac{A_v \times f_{yv} \times d}{V_{s_{\text{perlu}}}}$$

$$= \frac{157 \text{ mm}^2 \times 320 \text{ N/mm}^2 \times 440,5 \text{ mm}}{121.273,82 \text{ N}}$$

$$= 182,48 \text{ mm}$$

Maka dipasang tulangan geser dengan jarak 100 mm

Kontrol jarak spasi tulangan geser

$$S_{\max} \leq \frac{d}{2}$$

$$100 \text{ mm} \leq \frac{440,5 \text{ mm}}{2}$$

$$100 \text{ mm} \leq 220,25 \text{ mm} \quad \text{(**memenuhi**)}$$

$$S_{\max} \leq 600 \text{ mm}$$

$$100 \text{ mm} \leq 600 \text{ mm} \quad (\text{memenuhi})$$

Sehingga dipakai tulangan geser Ø10 - 100 mm

### Cek Persyaratan SRPMM Untuk Kekuatan Geser Sloof

Pada kedua ujung sloof, sengkang harus disediakan sepanjang panjang tidak kurang dari 2h diukur dari muka komponen struktur penumpu ke arah tengah bentang. Sengkang pertama harus ditempatkan tidak lebih dari 50 mm dari muka komponen struktur penumpu. Spasi sengkang tidak sloof melebihi yang terkecil dari (a), (b), (c), dan (d).

- $\frac{d}{4}$ ;
- Delapan kali diameter batang tulangan longitudinal terkecil yang dilingkupi;
- 24 kali diameter batang tulangan sengkang;
- 300 mm.

(SNI 2847:2013 Pasal 21.3.4.2)

$$a. S_{\text{pakai}} \leq \frac{d}{4}$$

$$100 \text{ mm} \leq \frac{340,5 \text{ mm}}{4}$$

$$100 \text{ mm} \leq 110,125 \text{ mm} \quad (\text{memenuhi})$$

$$b. S_{\text{pakai}} \leq 8 \times D_{\text{lentur}}$$

$$100 \text{ mm} \leq 8 \times 19 \text{ mm}$$

$$100 \text{ mm} \leq 152 \text{ mm} \quad (\text{memenuhi})$$

$$c. S_{\text{pakai}} \leq 24 \times D_{\text{sengkang}}$$

$$100 \text{ mm} \leq 24 \times 10 \text{ mm}$$

$$100 \text{ mm} \leq 240 \text{ mm} \quad (\text{memenuhi})$$

- d.  $S_{\text{pakai}} \leq 300 \text{ mm}$   
 $100 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm}$  **(memenuhi)**

Kontrol syarat penulangan geser tidak memenuhi, sehingga dipasang Ø10 - 100 mm dengan sengkang 2 kaki.

2. Pada wilayah 2 (Daerah lapangan)

Gaya geser pada wilayah 2 diperoleh dengan menggunakan metode perbandingan segitiga, dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\frac{Vu_2}{\frac{1}{2}ln - 2h} &= \frac{Vu_1}{\frac{1}{2}ln} \\ Vu_2 &= \frac{Vu_1 \times \left(\frac{1}{2}ln - 2h\right)}{\frac{1}{2}ln} \\ &= \frac{211.591,26 \text{ N} \times \left(\frac{1}{2} \times 5400 \text{ mm} - 2 \times 500 \text{ mm}\right)}{\frac{1}{2} \times 5400 \text{ mm}} \\ &= 133.224,13 \text{ N}\end{aligned}$$

Syarat kuat tekan beton ( $f_c'$ )

Nilai  $\sqrt{f_c'}$  yang digunakan tidak boleh melebihi 8,3 MPa.

**(SNI 2847:2013 Pasal 11.1.2)**

$$\begin{aligned}\sqrt{f_c'} &\leq 8,3 \text{ MPa} \\ \sqrt{30} &\leq 8,3 \text{ MPa} \\ 5,48 \text{ MPa} &\leq 8,3 \text{ MPa} \quad \textbf{(memenuhi)}\end{aligned}$$

Kuat geser beton

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{6} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm} \\
 &= 160.847,86 \text{ N}
 \end{aligned}$$

(SNI 2847:2013 Pasal 11.2.1.1)

Kuat geser tulangan geser

$$\begin{aligned}
 V_{S_{\min}} &= \frac{1}{3} \times b \times d \\
 &= \frac{1}{3} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm} \\
 &= 58.733,33 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{S_{\max}} &= \frac{1}{3} \times \sqrt{f_{c'}} \times b \times d \\
 &= \frac{1}{3} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm} \\
 &= 321.695,71 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2V_{S_{\max}} &= \frac{2}{3} \times \sqrt{f_{c'}} \times b \times d \\
 &= \frac{2}{3} \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2} \times 400 \text{ mm} \times 440,5 \text{ mm} \\
 &= 643.391,43 \text{ N}
 \end{aligned}$$

**Cek Kondisi :**Kondisi 1

$$\begin{aligned}
 V_u \leq 0,5 \times \emptyset \times V_c &\quad \rightarrow \text{Tidak perlu tulangan geser} \\
 133.224,13 \text{ N} \leq 60.317,95 \text{ N} &\quad \textbf{(tidak memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Kondisi 2

$$\begin{aligned}
 0,5 \times \emptyset \times V_c \leq V_u \leq \emptyset \times V_c &\quad \rightarrow \text{Tulangan geser minimum} \\
 60.317,95 \text{ N} \leq 133.224,13 \text{ N} \leq 120.635,89 \text{ N} &\quad \textbf{(tidak memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Kondisi 3

$$\begin{aligned} \emptyset \times V_c \leq V_u \leq \emptyset (V_c + V_{s_{\min}}) &\rightarrow \text{Tulangan geser minimum} \\ 120.635,89 \text{ N} \leq 133.224,13 \text{ N} \leq 164.685,89 \text{ N} \\ &\text{(memenuhi)} \end{aligned}$$

Maka perencanaan penulangan geser sloof diambil berdasarkan kondisi 3.

$$\begin{aligned} V_{s_{\text{perlu}}} &= \frac{b w \cdot d}{3} \\ &= \frac{400 \cdot 440,5}{3} \\ &= 58.733,33 \text{ N} \end{aligned}$$

Direncanakan menggunakan tulangan geser Ø10 mm dengan sengkang 2 kaki, maka luasan tulangan geser :

$$\begin{aligned} A_v \text{ perlu} &= (0,25 \times 3,14 \times d^2) \times n \text{ kaki} \\ &= (0,25 \times 3,14 \times (10 \text{ mm})^2) \times 2 \\ &= 157 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jarak tulangan geser perlu (S perlu)

$$\begin{aligned} S_{\text{perlu}} &= \frac{A_v \times f_{yv} \times d}{V_{s_{\text{perlu}}}} \\ &= \frac{157 \text{ mm}^2 \times 320 \text{ N/mm}^2 \times 440,5 \text{ mm}}{58.733,33 \text{ N}} \\ &= 376,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka dipasang tulangan geser dengan jarak 110 mm

Kontrol jarak spasi tulangan geser

$$\begin{aligned} S_{\max} &\leq \frac{d}{2} \\ 100 \text{ mm} &\leq \frac{440,5 \text{ mm}}{2} \\ 100 \text{ mm} &\leq 220,25 \text{ mm} \quad \text{(memenuhi)} \end{aligned}$$

$$S_{\max} \leq 600 \text{ mm}$$

$$100 \text{ mm} \leq 600 \text{ mm} \quad (\text{memenuhi})$$

Sehingga dipakai tulangan geser Ø10 - 100 mm

### Cek Persyaratan SRPMM Untuk Kekuatan Geser Sloof

Pada kedua ujung sloof, sengkang harus disediakan sepanjang panjang tidak kurang dari 2h diukur dari muka komponen struktur penumpu ke arah tengah bentang. Sengkang pertama harus ditempatkan tidak lebih dari 50 mm dari muka komponen struktur penumpu. Spasi sengkang tidak boleh melebihi yang terkecil dari (a), (b), (c), dan (d).

- $\frac{d}{4}$ ;
- Delapan kali diameter batang tulangan longitudinal terkecil yang dilingkupi;
- 24 kali diameter batang tulangan sengkang;
- 300 mm.

(SNI 2847:2013 Pasal 21.3.4.2)

$$a. S_{\text{pakai}} \leq \frac{d}{4}$$

$$100 \text{ mm} \leq \frac{340,5 \text{ mm}}{4}$$

$$100 \text{ mm} \leq 110,125 \text{ mm} \quad (\text{memenuhi})$$

$$b. S_{\text{pakai}} \leq 8 \times D_{\text{lentur}}$$

$$100 \text{ mm} \leq 8 \times 19 \text{ mm}$$

$$100 \text{ mm} \leq 152 \text{ mm} \quad (\text{memenuhi})$$

$$c. S_{\text{pakai}} \leq 24 \times D_{\text{sengkang}}$$

$$100 \text{ mm} \leq 24 \times 10 \text{ mm}$$

$$100 \text{ mm} \leq 240 \text{ mm} \quad (\text{memenuhi})$$

- d.  $S_{\text{pakai}} \leq 300 \text{ mm}$   
 $100 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm}$  (memenuhi)

Kontrol syarat penulangan geser tidak memenuhi, sehingga dipasang Ø10 - 100 mm dengan sengkang 2 kaki.

*Jadi, penulangan geser pada sloof SY1 (40/50) AS G 1 – 2 frame 65 pada wilayah 1 dan 3 daerah tumpuan sepanjang 2h dari muka kolom kearah tengah bentang menggunakan tulangan Ø10 - 100 mm dengan sengkang 2 kaki dan pada wilayah 2 daerah lapangan sepanjang akhir wilayah satu sampai setengah bentang menggunakan tulangan Ø10 - 100 mm dengan sengkang 2 kaki.*

#### ➤ **Perhitungan Panjang Penyaluran Tulangan**

Gaya Tarik dan tekan yang dihitung pada tulangan disetiap penampang komponen struktur beton harus disalurkan pada masing-masing sisi penampang tersebut melalui panjang penanaman, kait, batang ulir berkepala (*headed deformed bar*) atau alat mekanis atau kombinasi darinya. Kait kepala (*heads*) tidak boleh digunakan untuk menyalurkan batang tulangan dalam kondisi tekan.

[SNI 2847:2013, Pasal 12.1.1]

#### **Penyaluran Tulangan Dalam Kondisi Tarik**

Panjang penyaluran untuk batang tulangan ulir dan kawat ulir dalam kondisi tarik,  $l_d$  harus ditentukan sesuai tabel dibawah ini atau dengan rumus seperti dibawah ini tetapi  $l_d$  tidak boleh kurang dari 300 mm.

[SNI 2847:2013, Pasal 12.2.1]



	Batang tulangan atau kawat ulir D-19 dan yang lebih kecil	Batang tulangan D-22 dan yang lebih besar
Spasi bersih batang tulangan atau kawat yang disalurkan atau disambung tidak kurang dari $d_b$ , selimut bersih tidak kurang dari $d_b$ , dan sengkang atau pengikat sepanjang $\ell_d$ tidak kurang dari minimum Tata Cara atau Spasi bersih batang tulangan atau kawat yang disalurkan atau disambung tidak kurang dari $2d_b$ dan selimut bersih tidak kurang dari $d_b$	$\left( \frac{f_y \psi_t \psi_e}{2,14\sqrt{f_c'}} \right) d_b$	$\left( \frac{f_y \psi_t \psi_e}{1,74\sqrt{f_c'}} \right) d_b$
Kasus-kasus lain	$\left( \frac{f_y \psi_t \psi_e}{1,44\sqrt{f_c'}} \right) d_b$	$\left( \frac{f_y \psi_t \psi_e}{1,14\sqrt{f_c'}} \right) d_b$

[SNI 2847:2013, Pasal 12.2.2]

$$l_d = \left( \frac{f_y}{1,1\lambda\sqrt{f_c'}} \times \frac{\psi_t \psi_e \psi_s}{\left( \frac{c_b + K_{tr}}{d_b} \right)} \right)$$

[SNI 2847:2013, Pasal 12.2.3]

Pada perhitungan penyaluran tulangan kondisi tarik menggunakan persamaan :

$$l_d = \left( \frac{f_y \times \psi_t \times \psi_e}{1,7\lambda\sqrt{f_c'}} \right) d_b$$

dimana nilai :

$$\lambda = 1$$

$$\psi_t = 1$$

$$\psi_e = 1,5$$

[SNI 03-2847-2013 Pasal 12.2.4]

$$l_d = \left( \frac{f_y \times \psi_t \times \psi_e}{1,7\lambda\sqrt{f_c'}} \right) d_b$$

$$l_d = \left( \frac{400 \times 1 \times 1,5}{1,7 \cdot 1 \cdot \sqrt{30}} \right) 19$$

$$l_d = 1224,32$$

Cek syarat :

$$l_d \geq 300 \text{ mm}$$

$$1224,32 \geq 300 \text{ mm} \quad (\text{memenuhi})$$

Reduksi panjang penyaluran

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{A_{spertu}}{A_{spasang}} \times l_d$$

(SNI 2847:2013, Pasal 12.2.5)

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{A_{spertu}}{A_{spasang}} \times l_d$$

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{1.350,78 \text{ mm}}{1.416,92 \text{ mm}} \times 1224,32 \text{ mm}$$

$$= 1167,17 \text{ mm} \approx 1500 \text{ mm}$$

maka panjang penyaluran tulangan dalam kondisi tarik 1500 mm.

**Penyaluran Tulangan Berkait Dalam Kondisi Tarik**

$$l_{dh} = \left( \frac{0,24 \times \psi_e \times f_y}{\lambda \sqrt{f_c'}} \right) \times d_b$$

Dengan nilai

$$\lambda = 1$$

$$\psi_e = 1$$

[SNI 2847:2013, Pasal 12.5.2]

$$l_{dh} = \left( \frac{0,24 \times \psi_e \times f_y}{\lambda \sqrt{f_c'}} \right) \times d_b$$

$$l_{dh} = \left( \frac{0,24 \times 1 \times 400}{1 \sqrt{30}} \right) \times 19$$

$$l_{dh} = 333,01 \text{ mm}$$

Cek syarat

$$l_{dh} > 8d_b$$

$$333,01 \text{ mm} > 152 \text{ mm}$$

**(memenuhi)**

$$l_{dh} > 150$$

$$333,01 \text{ mm} > 150 \text{ mm}$$

**(memenuhi)**

**[SNI 2847:2013, Pasal 12.5.1]**

Reduksi panjang penyaluran

$$l_d \text{ reduksi} = \frac{A_{spertu}}{A_{spasang}} \times l_d$$

**(SNI 2847:2013, Pasal 12.2.5)**

$$l_d \text{ reduksi} = \frac{A_{spertu}}{A_{spasang}} \times l_d$$

$$l_d \text{ reduksi} = \frac{1.350,78 \text{ mm}}{1.416,92 \text{ mm}} \times 333,01 \text{ mm}$$

$$= 317,47 \text{ mm} \approx 350 \text{ mm}$$

maka panjang penyaluran tulangan berkait dalam kondisi tarik 350 mm.

### **Penyaluran Tulangan Dalam Kondisi Tekan**

Penyaluran tulangan untuk batang tulangan ulir atau kawat ulir diambil nilai  $l_{dc}$  terbesar dari dua rumus dibawah ini.

$$l_{dc} = \left( \frac{0,24 \times fy}{\lambda \times \sqrt{fc'}} \right) d_b$$

$$l_{dc} = (0,043 \times fy) \times d_b$$

**[SNI 2847:2013, Pasal 12.3.2]**

$$l_{dc} = \left( \frac{0,24 \times fy}{\lambda \times \sqrt{fc'}} \right) d_b$$

$$l_{dc} = \left( \frac{0,24 \times 400 \text{ N/mm}^2}{1 \times \sqrt{30 \text{ N/mm}^2}} \right) 19 \text{ mm}$$

$$l_{dc} = 333,01 \text{ mm}$$

$$l_{dc} = (0,043 \times fy) \times d_b$$

$$l_{dc} = \left( 0,043 \times 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) \times 19 \text{ mm}$$

$$l_{dc} = 326,8 \text{ mm}$$

Dipilih yang terbesar, sehingga  $l_{dc} = 333,01 \text{ mm}$

Cek syarat:

$$l_{dc} \geq 200 \text{ mm}$$

$$333,01 \text{ mm} \geq 200 \text{ mm} \quad \textbf{(memenuhi)}$$

Reduksi panjang penyaluran (tulangan lebih)

$$l_{dc \text{ reduksi}} = \frac{A_{spertu}}{A_{spasang}} \times l_{dc}$$

**(SNI 2847:2013, Pasal 12.3.3)**

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{A_{spertu}}{A_{spasang}} \times l_d$$

$$l_{d \text{ reduksi}} = \frac{1.350,78 \text{ mm}}{1.416,92 \text{ mm}} \times 333,01 \text{ mm}$$

$$= 317,47 \text{ mm} \approx 350 \text{ mm}$$

maka panjang penyaluran tulangan dalam kondisi tekan 350 mm.

➤ **Kontrol Keadaan Retak Pada Beton**

Bila tegangan leleh rencana  $f_y$  untuk tulangan tarik melebihi 30 MPa, maka penampang dengan momen positif dan negative maksimum harus direncanakan sedemikian hingga nilai  $z$  yang diperoleh oleh

$$z = f_s^3 \sqrt{d_c \cdot A} < 25 \text{ Mpa}$$

tidak melebihi 30 MN/m untuk penampang di dalam ruangan dan 25 MN/m untuk penampang yang dipengaruhi cuaca luar. Nilai  $f_s$  boleh diambil dari 60 % nilai  $f_y$  yang disyaratkan

[SNI 03-2847-2002 pasal 12.6.4]

$$\begin{aligned} d_c &= \text{decking} + (0,5 \cdot D_{\text{lentur}}) \\ &= 40 + (0,5 \cdot 19) \\ &= 49,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{2 \times d_c \times b}{n} \\ A &= \frac{2 \times 51 \times 400}{7} \\ &= 5657,14 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_s &= 60\% \times 400 \\ &= 240 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z &= f_s^3 \sqrt{d_c \cdot A} \\ z &= 240^3 \sqrt{49,5 \cdot 5657,14} \\ z &= 15701,65 \text{ N/mm}^2 \\ z &= 15,70165 \text{ MN/mm}^2 < 30 \text{ MN/mm}^2 \end{aligned}$$

Sebagai alternatif terhadap perhitungan nilai  $z$ , dapat dilakukan dengan perhitungan lebar retak yang diberikan sesuai dengan dibawah ini dengan nilai  $\omega < 0,4$ .

$$\omega = 11.10^{-6} \beta f_y^3 \sqrt{d c . A}$$

$$\omega = 11.10^{-6} 0,85 \times 400^3 \sqrt{49,5 . 5657,14}$$

$$\omega = 0,245 \text{ mm} < 0,4 \text{ mm} \quad \text{memenuhi}$$

### ➤ Gambar Detail Tulangan

Daerah tumpuan :

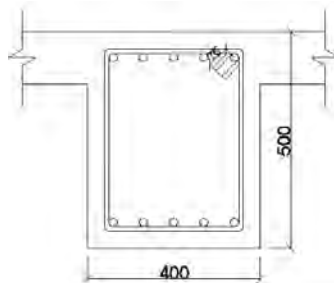
Beton deking = 40 mm

Tulangan tarik = 5D 19

Tulangan torsi = -

Tulangan tekan = 5D 19

Tulangan gesr = Ø10 – 100



Gambar 4. 65 Sloof Melintang Daerah Tumpuan Kiri

Daerah lapangan :

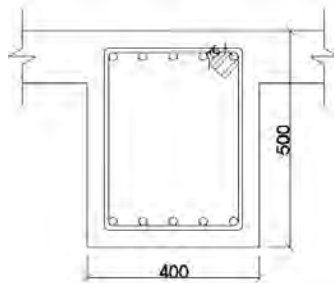
Beton deking = 40 mm

Tulangan tarik = 5D 19

Tulangan torsi = -

Tulangan tekan = 5D 19

Tulangan gesr =  $\varnothing 10 - 100$



Gambar 4. 66 Sloof Melintang Daerah Lapangan

Daerah tumpuan :

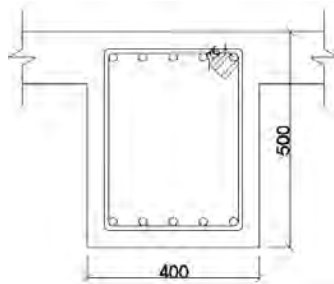
Beton deking = 40 mm

Tulangan tarik = 6D 19

Tulangan torsi = -

Tulangan tekan = 6D 19

Tulangan gesr =  $\varnothing 10 - 100$



Gambar 4. 67 Sloof Melintang Daerah Tumpuan Kanan

#### 4.3.5 Perhitungan Pondasi Tiang Pancang Dan Poer

Pondasi merupakan bagian dari suatu struktur bangunan yang dikategorikan sebagai struktur bangunan bawah. Pondasi berfungsi sebagai perantara dalam meneruskan beban bagian atas dan gaya-gaya yang bekerja pada pondasi tersebut ke tanah pendukung dibawahnya tanpa terjadi penurunan tak sama pada sistem strukturnya, juga tanpa terjadinya keruntuhan pada tanah.

Perencanaan pondasi suatu struktur bangunan harus mempertimbangkan beberapa hal diantaranya jenis, kondisi dan struktur tanah. Hal ini terkait dengan kemampuan atau daya dukung tanah dalam memikul beban yang terjadi diatasnya. Dalam perencanaan suatu pondasi yang baik tidak hanya pondasi harus kuat dan aman namun harus di tinjau dari segi efisien dan memungkinkan pelaksanaannya di lapangan.

##### 4.3.5.1 Perencanaan Pondasi

Berikut adalah data-data perencanaan pondasi :

- a. Kedalaman tiang pancang = 23 m
- b. Dimensi tiang pancang = 35 cm
- c. P ijin bahan = 90 ton
- d. Berat tiang pancang per m = 0,181 ton/m
- e. b kolom = 45 cm
- f. h kolom = 45 cm
- g.  $f_c'$  = 30 MPa
- h.  $f_y$  = 400 MPa
- i. Tebal selimut beton = 75 mm

**(SNI 2847:2013 Pasal 7.7.1.a)**

- j. Keliling tiang pancang
  - =  $\pi \times D$
  - =  $3,14 \times 35 \text{ cm}$
  - = 109,9 cm



- k. Luas tiang pancang ( $A_p$ )  $= 0,25 \times \pi \times D^2$   
 $= 0,25 \times 3,14 \times (35\text{cm})^2$   
 $= 961,6\text{cm}^2 = 0,0962 \text{ m}^2$
- l. Luas selimut tiang pancang ( $A_s$ )  $= \pi \times D \times L$   
 $= 3,14 \times 0,35\text{m} \times 23\text{m}$   
 $= 25,277 \text{ m}^2$

#### 4.3.5.2 Perhitungan Daya Dukung Ijin ( $P_{ijin}$ )

Daya dukung ijin pondasi dihitung dari data SPT, dari data tersebut diperoleh nilai penetrasi dan dalam perhitungannya menggunakan *Metode Mayerhoff* dan faktor keamanan  $SF_1 = 3$ . Dari data SPT kedalaman 23 m didapatkan nilai :

- Besar nilai SPT ujung tiang ( $N$ ) = 14 blow/m
- Besar nilai rata-rata SPT sepanjang tiang ( $N_{av}$ ) = 9 blow/m

#### 4.3.5.3 Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tunggal

$$\begin{aligned}\bar{P}_t &= 40 \times A_p \times N + \frac{A_s \times N_{av}}{SF} \\ &= 40 \times 0,0962\text{m}^2 \times 14\text{blow/m} + \frac{25,277 \text{ m}^2 \times 9\text{blow/m}}{5} \\ &= 100,47 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{P}_t \text{ ijin tanah} &= \frac{\bar{P}_t}{3} \\ &= \frac{100,47 \text{ ton}}{3} \\ &= 33,491 \text{ ton}\end{aligned}$$

Kekuatan bahan berdasarkan data tiang pancang dari PT. Jaya Beton untuk tipe A adalah  
 $P$  ijin bahan = 90 ton  
 Ultimate Bending Moment = 5,2 ton.m

Cek persyaratan :

$\bar{P}_t$  ijin tanah < P ijin bahan

33,491 ton < 90 ton (OK)

#### 4.3.5.4 Perhitungan Kebutuhan Tiang Pancang

Diketahui output SAP :

- Akibat beban tetap (1,0DL + 1,0LL)

$$P = 122950 \text{ kg}$$

$$= 122,95 \text{ ton}$$

- Akibat beban sementara (1,0DL + 1,0LL + 1,0EQx)

$$P = 123214,3 \text{ kg}$$

$$= 123,2143 \text{ ton}$$

- Akibat beban sementara (1,0DL + 1,0LL + 1,0EQy)

$$P = 130864 \text{ kg}$$

$$= 130,864 \text{ ton}$$

Maka diambil P max = 130,864 ton

❖ Perencanaan dimensi Poer tipe 1 :

- Perhitungan beban pondasi sebelum ditambahkan berat sendiri poer :

$$P_{\max} = \frac{130,864 \text{ ton} + \sum P}{\sum P} = 130,864 \text{ ton}$$

$$n = \frac{\sum P}{P_{\text{ijin tanah}}} = \frac{130,864 \text{ ton}}{33,491}$$

$$= 3,907 \approx 4 \text{ buah}$$

Maka direncanakan tiang pancang sebanyak 4 buah.

Pada perencanaan pondasi tiang pancang dalam kelompok jarak antar tiang pancang (S) menurut buku karangan ***Karl Terzaghi dan Ralph B. Peck dalam bukunya Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa, Jilid 2*** disebutkan bahwa :

Perhitungan jarak antar tiang pancang (s) :

$$2,5 D \leq s \leq 3 D$$

$$2,5 \cdot 35 \text{ cm} \leq s \leq 3 \cdot 35 \text{ cm}$$

$$87,5 \text{ cm} \leq s \leq 105 \text{ cm}$$

Maka dipakai  $s = 90 \text{ cm}$

Sedangkan perhitungan jarak tiang pancang ke tepi poer (s') diperkirakan :

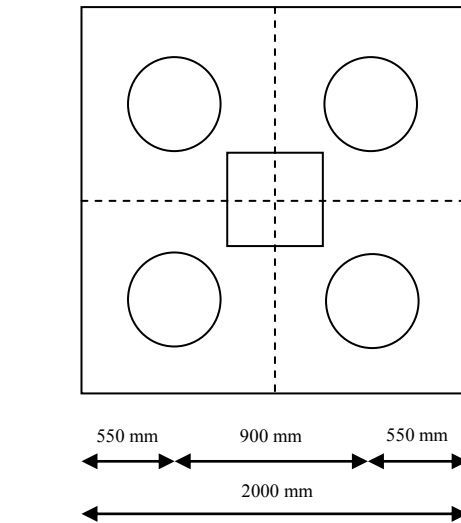
$$1,5 D \leq s' \leq 2 D$$

$$1,5 \cdot 35 \text{ cm} \leq s' \leq 2 \cdot 35 \text{ cm}$$

$$52,5 \text{ cm} \leq s' \leq 70 \text{ cm}$$

Maka dipakai  $s' = 55 \text{ cm}$

Dari perhitungan di atas dapat di simpulkan ukuran panjang dan lebar poer, dimana dimensi poer adalah :



Gambar 4. 68 Penampang Poer Tipe PC1

- Periksa ulang kebutuhan tiang pancang setelah ditemukan dimensi poer :

Perhitungan beban pondasi setelah ditambahkan berat sendiri poer dengan tebal poer di asumsikan 500 mm :

$$P_{\max} = 130,864 \text{ ton}$$

$$\text{Berat Poer } (2\text{m} \cdot 2\text{m} \cdot 0,5\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3) = \underline{4,800 \text{ ton}}$$

$$\Sigma P = 135,664 \text{ ton}$$

$$n = \frac{\Sigma P}{P_{\text{ijin tanah}}}$$

$$= \frac{135,664 \text{ ton}}{33,491 \text{ ton}}$$

$$= 4,051 \approx 4 \text{ buah}$$

**Jadi, masih tetap dibutuhkan 4 buah tiang pancang dengan dimensi penampang poer (2000 mm x 2000 mm).**

#### **4.3.5.5 Perhitungan Daya Dukung Pile Berdasarkan Efisiensi**

Sesuai referensi buku “ANALISA DAN DESAIN PONDASI, Jilid 2” karya Joseph E. Bowles, pada halaman 379 perhitungan daya dukung pile dalam kelompok haruslah mempertimbangkan nilai efisiensi dari hubungan tersebut :

$$\text{Efisiensi } (\eta) = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \cdot m \cdot n}$$

Dimana :

m = banyaknya tiang dalam 1 baris

n = banyaknya baris

D = Diameter tiang pancang

s = jarak antar As tiang pancang

$\theta$  = arc tg D/s

$$= \text{arc tg } 35/90 = 0,255$$

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi } (\eta) &= 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \cdot m \cdot n} \\ &= 1 - 0,255 \frac{(2-1)2 + (2-1)2}{90 \cdot 2 \cdot 2} \\ &= 0,997 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{ijin tanah}} &= 0,997 \times P_{\text{ijin tanah}} \\ &= 0,997 \times 33,491 \text{ ton} \\ &= 33,396 \text{ ton} \end{aligned}$$

Syarat :

$$P_{\text{ijin tanah}} < P_{\text{ijin bahan}}$$

$$33,396 \text{ ton} < 90 \text{ ton} \quad (\text{memenuhi})$$

$$\begin{aligned} P_{\text{ijin tanah total}} &= \text{jumlah tiang} \times P_{\text{ijin tanah}} \\ &= 4 \times 33,396 \text{ ton} \\ &= 133,964 \text{ ton} \end{aligned}$$

Karena dimensi penampang poer dan tiang pancang sudah diperoleh semuanya maka dilakukan pengecekan akhir antara  $P_{u_{\text{max}}} \leq P_{\text{ijin tanah total}}$ .

Beban pondasi setelah ditambah berat sendiri tiang pancang dan poer :

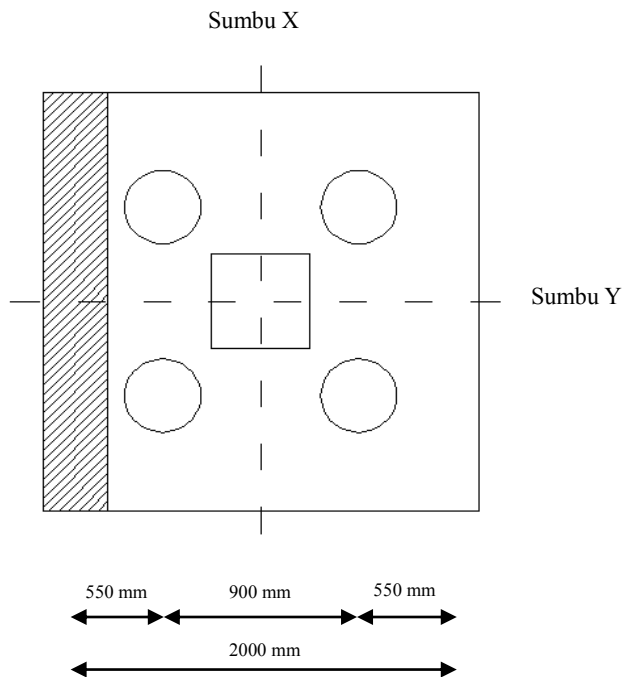
$$\begin{aligned} P_u &= 130,864 \text{ ton} \\ \text{Berat sendiri poer} &= 4,800 \text{ ton} \\ \text{Berat sendiri tiang pancang} &= \underline{16,652 \text{ ton} +} \\ &= 152,316 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$P_{u_{\text{max}}} \geq P_{\text{ijin tanah total}}$$

$$152,316 \text{ ton} \geq 133,964 \text{ ton} \quad (\text{memenuhi})$$

$$\begin{aligned} \text{Reaksi perlawanan tanah (qt)} &= \frac{\Sigma P_{\text{total}}}{\text{luas poer}} \\ &= \frac{133964 \text{ kg}}{2000 \text{ mm} \times 2000 \text{ mm}} \\ &= 0,0335 \text{ kg/mm}^2 \\ &= 0,335 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

#### 4.3.5.6 Perhitungan Geser Satu Arah Pada Poer



Gambar 4. 69 Bidang Kritis Pons Satu Arah

Luasan tributari  $A_t$  ( $\text{mm}^2$ )

$$\begin{aligned}
 A_t &= \frac{L_{\text{poer}} - B_{\text{kolom}} - 2 t_{\text{poer}}}{2} \times B_{\text{poer}} \\
 &= \frac{2000 - 450 - 2d}{2} \times 2000 \\
 &= (775 - d) \times 2000 \\
 &= 1550000 - 2000d
 \end{aligned}$$

Beban Gaya Geser  $V_u$  (N)

$$\begin{aligned}
 V_u &= q_t \times A_t \\
 &= 0,335 \times (1550000 - 2000d)
 \end{aligned}$$

$$= 519111 - 669,82d$$

Gaya Geser yang Mampu Dipikul oleh Beton  $V_c$  (N)

$$V_c = 0,17 \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d$$

(SNI 2847:2013 Pasal 11.2.1.1)

Syarat :  $V_u \leq \phi V_c$

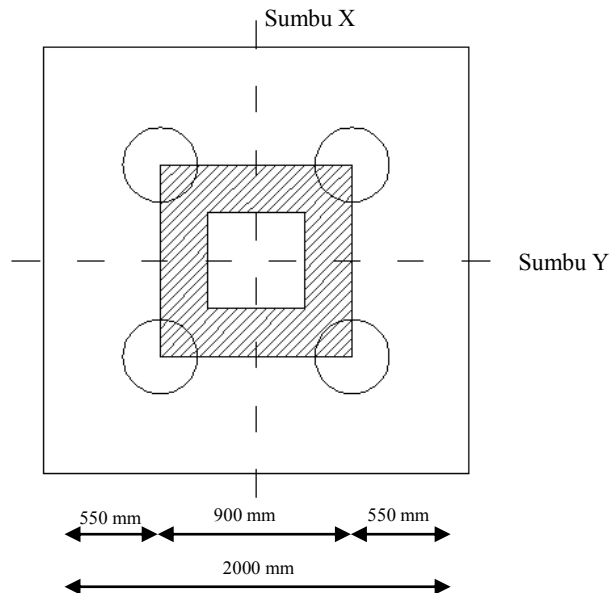
$$519111 - 669,82d \leq 0,8 \times 0,17 \times 5,477 \times 2 \times d$$

$$519111 - 669,82d \leq 1,4898d$$

$$519110,615 \leq 671,310d$$

$$d \leq 773,28 \text{ mm}$$

#### 4.3.5.7 Perhitungan Geser Dua Arah Pada Poer



Gambar 4. 70 Bidang Kritis Pons Dua Arah



Berdasarkan **SNI 2847:2013, Pasal 11.11.2.1 poin (a), (b), (c)**, untuk perencanaan pelat atau pondasi telapak aksi dua arah, untuk beton non-prategang, maka  $V_c$  harus memenuhi persamaan berikut dengan mengambil nilai  $V_c$  terkecil.

$$V_c = 0,17 \times \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \times \sqrt{f'c'} \times b_o \times d$$

Dimana :

$\beta_c$  = rasio dari sisi panjang terhadap sisi pendek kolom

$$\beta_c = 450/450 = 1$$

$b_o$  = keliling dari penampang kritis

$$V_c = 0,083 \times \left(\frac{\alpha_s d}{b_o} + 2\right) \times \sqrt{f'c'} \times b_o \times d$$

$\alpha_s$  = 40 untuk kolom tengah

$\alpha_s$  = 30 untuk kolom tepi

$\alpha_s$  = 20 untuk kolom sudut

$$V_c = 0,33 \times \sqrt{f'c'} \times b_o \times d$$

Luasan tributari  $A_t$  ( $\text{mm}^2$ )

$A_t = (L \text{ poer} \times B \text{ poer}) - ((L \text{ kolom} + \text{tebal poer}) \times (B \text{ kolom} + \text{tebal poer}))$

$$= (2000 \times 2000) - ((450 + d) \times (450 + d))$$

$$= 4000000 - (202500 + 900d + d^2)$$

$$= 3797500 - 900d - d^2$$

Beban Gaya Geser  $V_u$  (N)

$$V_u = q_t \times A_t$$

$$= 0,335 \times (3797500 - 900d - d^2)$$

$$= 1271821,01 - 301,42d - 0,335d^2$$

Persamaan 1

$$V_c = 0,17 \times \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \times \sqrt{f_c'} \times b_o \times d$$

(SNI 2847:2013, Pasal 11.11.2.1 poin (a))

$$= 0,17 \times \left(1 + \frac{2}{1}\right) \times 5,477 \times ((2 \times (450 + 450)) + 4d) \times d$$

$$= 0,17 \times 3 \times 5,477 \times (1800 + 4d) \times d$$

$$= 2,793 \times (1800d + 4d^2)$$

$$= 5028,1d + 11,174d^2$$

Syarat :  $V_u \leq \phi V_c$ 

$$1271821 - 301,42d - 0,335d^2 \leq 0,8 \times 5028,1d + 11,174d^2$$

$$9,274d^2 + 4323,894d - 1271821 > 0$$

$$d_{12} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

=

$$\frac{-4323,894 \text{ mm} \pm \sqrt{(4323,894 \text{ mm})^2 - (4 \cdot 9,274 \text{ mm} \cdot (-1271821 \text{ mm}))}}{2 \cdot 9,274 \text{ mm}}$$

$$d_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

=

$$\frac{-4323,894 \text{ mm} + \sqrt{(4323,894 \text{ mm})^2 - (4 \cdot 9,274 \text{ mm} \cdot (-1271821 \text{ mm}))}}{2 \cdot 9,274 \text{ mm}}$$

$$= 204,470 \text{ mm}$$

$$d_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

=

$$\frac{-4323,894 \text{ mm} - \sqrt{(4323,894 \text{ mm})^2 - (4 \cdot 9,274 \text{ mm} \cdot (-1271821 \text{ mm}))}}{2 \cdot 9,274 \text{ mm}}$$

$$= -670,721 \text{ mm}$$

Akar yang memenuhi syarat adalah :  $d > 204,470 \text{ mm}$

Persamaan 2

$$V_c = 0,083 \times \left( \frac{\alpha_s d}{b_o} + 2 \right) \times \sqrt{f'c'} \times b_o \times d$$

(SNI 2847:2013, Pasal 11.11.2.1 poin (b))

$$\begin{aligned} &= \left( \frac{\alpha_s \times d}{b_o} + 2 \right) \left( \frac{\sqrt{f'c'} \times b_o \times d}{12} \right) \\ &= \left( \frac{40 \times d}{4d+1800} + 2 \right) \left( \frac{\sqrt{30} \times (1800+4d) \times d}{12} \right) \\ &= \left( \frac{48d+3600}{4d+1800} \right) \left( \frac{5,477 \times (1800+4d) \times d}{12} \right) \\ &= (48d + 3600) \times \frac{5,477d}{12} \\ &= ((48d + 3600) \times 0,456d) \\ &= 21,909d^2 + 1643,17d \end{aligned}$$

Syarat :  $V_u \leq \phi V_c$ 

$$1271821 - 301,42d - 0,335d^2 \leq 0,8 \times (21,909d^2 + 1643,17d)$$

$$17,862d^2 + 1615,953d - 1271821 > 0$$

$$d_{12} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

=

$$\frac{-1615,953 \text{ mm} \pm \sqrt{(1615,953 \text{ mm})^2 - (4 \cdot 17,862 \text{ mm} \cdot (-1271821 \text{ mm}))}}{2 \cdot 17,862 \text{ mm}}$$

$$d_1 = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

=

$$\frac{-1615,953 \text{ mm} + \sqrt{(1615,953 \text{ mm})^2 - (4 \cdot 17,862 \text{ mm} \cdot (-1271821 \text{ mm}))}}{2 \cdot 17,862 \text{ mm}}$$

$$= 225,411 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 d_2 &= \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \\
 &= \\
 &= \frac{-1615,953 \text{ mm} - \sqrt{(1615,953 \text{ mm})^2 - (4 \cdot 17,862 \text{ mm} \cdot (-1271821 \text{ mm}))}}{2 \cdot 17,862 \text{ mm}} \\
 &= -315,879 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Akar yang memenuhi syarat adalah :  $d > 225,411 \text{ mm}$

### Persamaan 3

$$\begin{aligned}
 V_c &= 0,33 \times \sqrt{f'c'} \times b_o \times d \\
 &\quad \text{(SNI 2847:2013, Pasal 11.11.2.1 poin (c))} \\
 &= 0,33 \times 5,477 \times (1800 + 4d) \times d \\
 &= 1,807 \times (1800d + 4d^2) \\
 &= 7,23d^2 + 3253,47d
 \end{aligned}$$

Syarat :  $V_u \leq \phi V_c$

$$\begin{aligned}
 1271821 - 301,42d - 0,335d^2 &\leq 0,8 \times (7,23d^2 + 3253,47d) \\
 6,119d^2 + 2904,197d - 1271821,01 &> 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d_{12} &= \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \\
 &= \\
 &= \frac{-2904,197 \text{ mm} \pm \sqrt{(2904,197 \text{ mm})^2 - (4 \cdot 6,119 \text{ mm} \cdot (-1271821,01 \text{ mm}))}}{2 \cdot 6,119 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d_1 &= \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \\
 &= \\
 &= \frac{-2904,197 \text{ mm} + \sqrt{(2904,197 \text{ mm})^2 - (4 \cdot 6,119 \text{ mm} \cdot (-1271821,01 \text{ mm}))}}{2 \cdot 6,119 \text{ mm}} \\
 &= 276,661 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d_2 &= \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \\
 &= \\
 &= \frac{-2904,197 \text{ mm} - \sqrt{(2904,197 \text{ mm})^2 - (4 \cdot 6,119 \text{ mm} \cdot (-1271821,01 \text{ mm}))}}{2 \cdot 6,119 \text{ mm}} \\
 &= -751,291 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Akar yang memenuhi syarat adalah :  $d > 276,661 \text{ mm}$

Dipakai  $d = 276,661 \text{ mm}$

Dipakai  $h$  = tebal selimut + D tul. Poer +  $\frac{1}{2}$  D tul. Poer  
 + D rencana  
 =  $75 \text{ mm} + 19 \text{ mm} + \frac{1}{2} \cdot 19 \text{ mm} + 276,661 \text{ mm}$   
 =  $380,161 \text{ mm} = 500 \text{ mm}$

Cek berdasarkan panjang penyaluran tulangan kolom :

Panjang sambungan lewatan kolom

$L_d = 0,071 \times f_y \times d_b \geq 300 \text{ mm}$

**(SNI 2847:2013 Pasal 12.16.1)**

=  $0,071 \times 400 \times 19$

=  $539,6 \text{ mm}$

Bengkokan  $90^\circ$  ditambah perpanjangan 12 db pada ujung bebas kait.

$L = 12 d$

=  $12 \times 19 \text{ mm}$

=  $228 \text{ mm}$

$L_d \text{ vertikal} = 539,6 \text{ mm} - 228 \text{ mm}$

=  $311,6 \text{ mm}$

$300 \text{ mm} < 311,6 \text{ mm}$  (memenuhi)

Maka dipakai tinggi poer  $500 \text{ mm}$ .

#### 4.3.5.8 Perhitungan Daya Dukung Tiang dalam Kelompok

Dari output SAP 2000 didapatkan gaya-gaya dalam sebagai berikut :

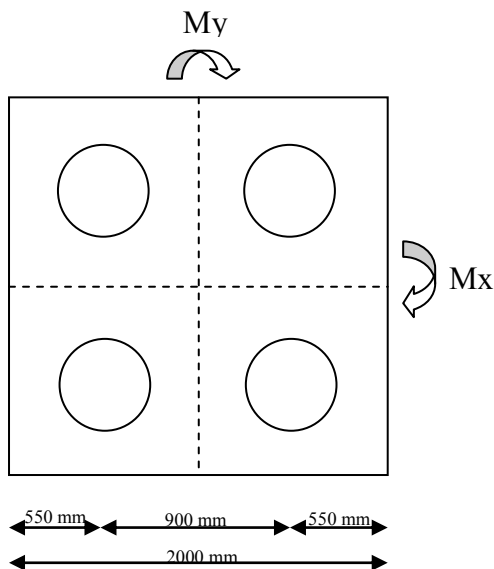
- Akibat beban tetap (1,0DL + 1,0LL)
  - $P = 122950,06 \text{ kg}$
  - $M_x = 763,83 \text{ kgm} = 0,764 \text{ ton.m}$
  - $M_y = 570,37 \text{ kgm} = 0,570 \text{ ton.m}$
- Akibat beban sementara (1,0DL + 1,0LL + 1,0EQx)
  - $P = 123214,34 \text{ kg}$
  - $M_x = 1087,37 \text{ kgm} = 1,087 \text{ ton.m}$
  - $M_y = 5060,89 \text{ kgm} = 5,061 \text{ ton.m}$
- Akibat beban sementara (1,0DL + 1,0LL + 1,0EQy)
  - $P = 130864,06 \text{ kg}$
  - $M_x = 4719,98 \text{ kgm} = 4,72 \text{ ton.m}$
  - $M_y = 957,19 \text{ kgm} = 0,957 \text{ ton.m}$

#### ❖ P akibat pengaruh beban sementara

- Akibat beban sementara (1,0DL + 1,0LL + 1,0EQy)
  - $P = 130864,06 \text{ kg}$
  - $M_x = 4719,98 \text{ kgm} = 4,72 \text{ ton.m}$
  - $M_y = 957,19 \text{ kgm} = 0,957 \text{ ton.m}$

Beban vertikal yang bekerja akibat pengaruh beban sementara adalah sebagai berikut :

1. Berat sendiri poer
  - $(2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3) = 4,800 \text{ ton}$
2. Beban aksial kolom
  - $\underline{=130,864\text{ton}}$
  - $\Sigma P \quad \quad \quad =135,664\text{ton}$



Gambar 4. 71 Penampang Poer Akibat Beban Sementara

Tabel 4. 10 Perhitungan Jarak X dan Y

	X (m)	$X^2$ (m)
X1	0,45	0,2025
X2	0,45	0,2025
X3	0,45	0,2025
X4	0,45	0,2025
$\Sigma X^2$		0,81
	Y (m)	$Y^2$ (m)
Y1	0,45	0,2025
Y2	0,45	0,2025
Y3	0,45	0,2025
Y4	0,45	0,2025
$\Sigma Y^2$		0,81

Gaya yang dipikul masing-masing tiang pancang

$$P = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{My \cdot X}{\Sigma X^2} \pm \frac{Mx \cdot Y}{\Sigma Y^2}$$

$$\begin{aligned} P_1 &= \frac{\Sigma P}{n} + \frac{My \cdot X}{\Sigma X^2} + \frac{Mx \cdot Y}{\Sigma Y^2} \\ &= \frac{135664}{4} + \frac{957,19 \cdot 0,45}{1} + \frac{4719,98 \cdot 0,5}{1} \\ &= 47279,633 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_2 &= \frac{\Sigma P}{n} + \frac{My \cdot X}{\Sigma X^2} - \frac{Mx \cdot Y}{\Sigma Y^2} \\ &= \frac{135664}{4} + \frac{957,19 \cdot 0,45}{1} - \frac{4719,98 \cdot 0,5}{1} \\ &= 31825,576 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_3 &= \frac{\Sigma P}{n} - \frac{My \cdot X}{\Sigma X^2} - \frac{Mx \cdot Y}{\Sigma Y^2} \\ &= \frac{135664}{4} - \frac{957,19 \cdot 0,45}{1} - \frac{4719,98 \cdot 0,5}{1} \\ &= 39926,303 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_4 &= \frac{\Sigma P}{n} - \frac{My \cdot X}{\Sigma X^2} + \frac{Mx \cdot Y}{\Sigma Y^2} \\ &= \frac{135664}{4} - \frac{957,19 \cdot 0,45}{1} + \frac{4719,98 \cdot 0,5}{1} \\ &= 36006,454 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka beban maksimum yang diterima satu tiang pancang adalah  $P_1 = 37069,998 \text{ kg}$

Berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) pasal 1.2(2), untuk daya dukung tiang yang diizinkan dengan memakai



kombinasi beban sementara dapat dinaikkan sampai 30%.

$$\begin{aligned}
 P_{\max} &= P_1 \leq \eta \times P_{\text{ijin tanah}} \times 1,3 \\
 &= 37069,998 \text{ kg} \leq 0,997 \times 133964 \text{ kg} \times 1,3 \\
 &= 37069,998 \text{ kg} \leq 173660,489 \text{ kg} \rightarrow
 \end{aligned}$$

**memenuhi**

- Akibat beban sementara (1,0DL + 1,0LL + 1,0EQx)

$$P = 123214,34 \text{ kg}$$

$$M_x = 1087,37 \text{ kgm}$$

$$M_y = 5060,89 \text{ kgm}$$

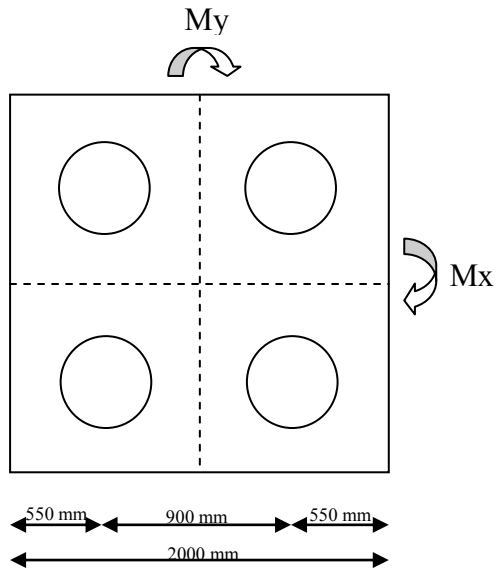
Beban vertikal yang bekerja akibat pengaruh beban sementara adalah sebagai berikut :

1. Berat sendiri poer

$$(2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3) = 4,800 \text{ ton}$$

2. Beban aksial kolom  $\underline{=123,214\text{ton}}$

$$\Sigma P = 139,866 \text{ ton}$$



Gambar 4. 72 Penampang Poer Akibat Beban Sementara

Tabel 4. 11 Perhitungan Jarak X dan Y

	X (m)	$X^2$ (m)
X1	0,45	0,2025
X2	0,45	0,2025
X3	0,45	0,2025
X4	0,45	0,2025
$\sum X^2$		0,81
	Y (m)	$Y^2$ (m)
Y1	0,45	0,2025
Y2	0,45	0,2025
Y3	0,45	0,2025
Y4	0,45	0,2025
$\sum Y^2$		0,81

Gaya yang dipikul masing-masing tiang pancang

$$P = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{My \cdot X}{\Sigma X^2} \pm \frac{Mx \cdot Y}{\Sigma y^2}$$

$$\begin{aligned} P_1 &= \frac{\Sigma P}{n} + \frac{My \cdot X}{\Sigma X^2} + \frac{Mx \cdot Y}{\Sigma y^2} \\ &= \frac{139866}{4} + \frac{5060,89 \cdot 0,45}{1} + \frac{1087,37 \cdot 0,45}{1} \\ &= 46826,725 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_2 &= \frac{\Sigma P}{n} + \frac{My \cdot X}{\Sigma X^2} - \frac{Mx \cdot Y}{\Sigma y^2} \\ &= \frac{139866}{4} + \frac{5060,89 \cdot 0,45}{1} - \frac{1087,37 \cdot 0,45}{1} \\ &= 37174,096 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_3 &= \frac{\Sigma P}{n} - \frac{My \cdot X}{\Sigma X^2} - \frac{Mx \cdot Y}{\Sigma y^2} \\ &= \frac{139866}{4} - \frac{5060,89 \cdot 0,45}{1} - \frac{1087,37 \cdot 0,45}{1} \\ &= 40181,145 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_4 &= \frac{\Sigma P}{n} - \frac{My \cdot X}{\Sigma X^2} + \frac{Mx \cdot Y}{\Sigma y^2} \\ &= \frac{139866}{4} - \frac{5060,89 \cdot 0,45}{1} + \frac{1087,37 \cdot 0,45}{1} \\ &= 32759,074 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka beban maksimum yang diterima satu tiang pancang adalah  $P_1 = 38382,285 \text{ kg}$

Berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) pasal 1.2(2), untuk daya dukung tiang yang diizinkan dengan memakai

kombinasi beban sementara dapat dinaikkan sampai 30%.

$$\begin{aligned}
 P_{\max} &= P_1 \leq \eta \times P_{\text{ijin tanah}} \times 1,3 \\
 &= 38382,285 \text{ kg} \leq 0,997 \times 133964 \text{ kg} \times 1,3 \\
 &= 38382,285 \text{ kg} \leq 173660,489 \text{ kg} \rightarrow
 \end{aligned}$$

**memenuhi**

- Akibat beban tetap (1,0DL + 1,0LL)

$$P = 122950,06 \text{ kg}$$

$$M_x = 763,83 \text{ kgm} = 0,764 \text{ ton.m}$$

$$M_y = 570,37 \text{ kgm} = 0,57 \text{ ton.m}$$

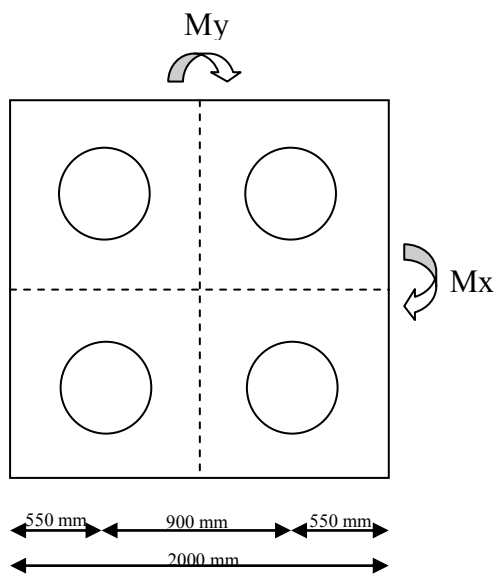
Beban vertikal yang bekerja akibat pengaruh beban sementara adalah sebagai berikut :

1. Berat sendiri poer

$$(2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3) = 4,800 \text{ ton}$$

2. Beban aksial kolom  $\underline{= 122,950 \text{ ton}}$

$$\Sigma P = 139,602 \text{ ton}$$



Gambar 4. 73 Penampang Poer Akibat Beban tetap

Tabel 4. 12 Perhitungan Jarak  $X$  dan  $Y$

	$X \text{ (m)}$	$X^2 \text{ (m)}$
X1	0,45	0,2025
X2	0,45	0,2025
X3	0,45	0,2025
X4	0,45	0,2025
$\sum X^2$		0,81
	$Y \text{ (m)}$	$Y^2 \text{ (m)}$
Y1	0,45	0,2025
Y2	0,45	0,2025
Y3	0,45	0,2025
Y4	0,45	0,2025
$\sum Y^2$		0,81

Gaya yang dipikul masing-masing tiang pancang

$$P = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{My \cdot X}{\Sigma X^2} \pm \frac{Mx \cdot Y}{\Sigma y^2}$$

$$\begin{aligned} P_1 &= \frac{\Sigma P}{n} + \frac{My \cdot X}{\Sigma X^2} + \frac{Mx \cdot Y}{\Sigma y^2} \\ &= \frac{139602}{4} + \frac{570,37 \cdot 0,45}{1} + \frac{763,83 \cdot 0,45}{1} \\ &= 35641,737 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_2 &= \frac{\Sigma P}{n} + \frac{My \cdot X}{\Sigma X^2} - \frac{Mx \cdot Y}{\Sigma y^2} \\ &= \frac{139602}{4} + \frac{570,37 \cdot 0,45}{1} - \frac{763,83 \cdot 0,45}{1} \\ &= 34793,037 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_3 &= \frac{\Sigma P}{n} - \frac{My \cdot X}{\Sigma X^2} - \frac{Mx \cdot Y}{\Sigma y^2} \\ &= \frac{139602}{4} - \frac{570,37 \cdot 0,45}{1} - \frac{763,83 \cdot 0,45}{1} \\ &= 34159,293 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_4 &= \frac{\Sigma P}{n} - \frac{My \cdot X}{\Sigma X^2} + \frac{Mx \cdot Y}{\Sigma y^2} \\ &= \frac{139602}{4} - \frac{570,37 \cdot 0,45}{1} + \frac{763,83 \cdot 0,45}{1} \\ &= 35007,993 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka beban maksimum yang diterima satu tiang pancang adalah  $P_1 = 35641,737 \text{ kg}$

Berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) pasal 1.2(2), untuk daya dukung tiang yang diizinkan dengan memakai

kombinasi beban sementara dapat dinaikkan sampai 30%.

$$\begin{aligned}
 P_{\max} &= P_1 \leq \eta \times P_{\text{ijin tanah}} \times 1,3 \\
 &= 35641,737 \text{ kg} \leq 0,997 \times 133964 \text{ kg} \times 1,3 \\
 &= 35641,737 \text{ kg} \leq 173660,489 \text{ kg} \rightarrow
 \end{aligned}$$

**memenuhi**

#### 4.3.5.9 Perencanaan Tulangan Lentur Pile Cap (Poer)

Pada perencanaan tulangan lentur, poer diasumsikan sebagai balok kantilever jepit dengan perletakan jepit pada kolom yang dibebani oleh reaksi tiang pancang dan berat sendiri pile cap. Pada perencanaan penulangan ini digunakan pengaruh beban sementara, dikarenakan P beban sementara lebih besar daripada P beban tetap.

##### **Data Perencanaan**

- Dimensi poer = 2 m x 2 m x 0,5 m
- Jumlah tiang pancang = 4 buah
- Dimensi kolom = 45 cm x 45 cm
- Mutu beton ( $f_c'$ ) = 30 MPa
- Mutu baja ( $f_y$ ) = 400 MPa
- Diameter tulangan utama = 19 mm
- Selimut beton = 75 mm
- h = 500 mm
- $\phi$  = 0,8

$$\begin{aligned}
 dx &= h - \text{decking} - \frac{1}{2} \cdot \emptyset \text{ tul. Lentur} \\
 &= 500 \text{ mm} - 75 \text{ mm} - \frac{1}{2} \cdot 19 \text{ mm} \\
 &= 415,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 dy &= h - \text{decking} - \emptyset \text{ tul. Lentur} - \frac{1}{2} \cdot \emptyset \text{ tul. Lentur} \\
 &= 500 \text{ mm} - 75 \text{ mm} - 19 \text{ mm} - \frac{1}{2} \cdot 19 \text{ mm} \\
 &= 396,5
 \end{aligned}$$

➤ **Penulangan Poer Arah X**

Pembebanan yang terjadi pada poer adalah :

$$\begin{aligned}
 q_u &= 2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 4800 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$P_{\max} = P_1$  beban tiang dari bawah akibat beban  
(1,0DL + 1,0LL + 1,0EQx)

$$\begin{aligned}
 P &= P_1 \times (n \text{ tiang pacang}/2) \\
 &= 38382,285 \text{ kg} \times (4/2) \\
 &= 76764,57 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Momen yang terjadi pada poer adalah :

$$\begin{aligned}
 M_u &= (-M_q + M_p) \times 1,4 \\
 &= -((q_u \cdot \frac{1}{2}bl) + (P \times \text{jarak as tiang ke tepi kolom})) \times 1,4 \\
 &= -((4800 \text{ kg} \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,775) + (76764,57 \text{ kg} \times 0,225 \text{ m})) \times 1,4 \\
 &= 21576,8396 \text{ kgm} \\
 &= 21,574 \text{ ton.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\
 &= \frac{215768396 \text{ Nmm}}{0,8} \\
 &= 269710494 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{M_n}{b \cdot (d_x)^2} \\
 &= \frac{269710494 \text{ Nmm}}{2000 \text{ mm} \times (415,5 \text{ mm})^2} \\
 &= 0,781 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{f_y}{0,85 \times f_{c'}} \\
 &= \frac{400 \text{ MPa}}{0,85 \times 30 \text{ MPa}} \\
 &= 15,686
 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.3.5)**

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{15,686} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,686 \cdot 0,781 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ MPa}}} \right) \\
 &= 0,002
 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)**

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{balance}} &= \frac{0,85 \times f_{c'} \times \beta}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= \frac{0,85 \times 30 \text{ MPa} \times 0,85}{400 \text{ MPa}} \left( \frac{600}{600 + 400 \text{ MPa}} \right) \\
 &= 0,0325
 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 8.4.3)**

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{min}} &= \frac{1,4}{f_y} \\
 &= \frac{1,4}{400 \text{ MPa}} \\
 &= 0,0035
 \end{aligned}$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.5.1)**

$$\begin{aligned}
 \rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_{\text{balance}} \\
 &= 0,75 \times 0,0325 \\
 &= 0,0244
 \end{aligned}$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 49 pers. 3.6.1)**

Syarat :

$$\begin{aligned}
 \rho_{\min} &< \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\max} \\
 0,0035 &> 0,002 < 0,0244 \quad \textbf{(tidak memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0035$

$$\begin{aligned}
 \text{As perlu} &= \rho_{\min} \times b \times dx \\
 &= 0,0035 \times 2000 \text{ mm} \times 415,5 \text{ mm} \\
 &= 2908,5 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Syarat spasi antar tulangan

$$S \leq S_{\max}$$

$$\begin{aligned}
 S_{\max} &= 2h \\
 &= 2 \times 500 \text{ mm} \\
 &= 1000 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{A_s} \\
 &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 19 \text{ mm}^2 \times 2000 \text{ mm}}{2908,5 \text{ mm}^2} \\
 &= 194,867 \text{ mm} < 1000 \text{ mm} \quad \textbf{(OK)}
 \end{aligned}$$

Spakai = 150 mm

Tulangan yang dipakai Ø19 – 150

$$\begin{aligned}
 A_{spakai} &= \frac{0,25 \times \pi \times \emptyset^2 \times b}{S_{pakai}} \\
 &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 19mm^2 \times 2000 \text{ mm}}{150} \\
 &= 3778,467 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$A_{spakai} > A_{perlu}$$

$$3778,467 \text{ mm}^2 > 2908,5 \text{ mm}^2 \rightarrow \textbf{Memenuhi}$$

➤ **Penulangan Poer Arah Y**

Pembebanan yang terjadi pada poer adalah :

$$\begin{aligned}
 q_u &= 2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 4800 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$P_{max} = P_1$  beban tiang dari bawah akibat beban  
(1,0DL + 1,0LL + 1,0EQx)

$$\begin{aligned}
 P &= P_1 \times (n \text{ tiang pacang}/2) \\
 &= 38382,285 \text{ kg} \times (4/2) \\
 &= 76764,57 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Momen yang terjadi pada poer adalah :

$$\begin{aligned}
 M_u &= (-M_q + M_p) \times 1,4 \\
 &= -((q_u \cdot \frac{1}{2} \cdot b) + (P \times \text{jarak as tiang ke tepi kolom})) \times 1,4 \\
 &= -((4800 \text{ kg} \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,775) + (76764,57 \text{ kg} \times 0,225 \text{ m})) \times 1,4 \\
 &= 21576,8396 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

$$= \frac{215768396 \text{ Nmm}}{0,8}$$

$$= 4269710494 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot (dy)^2}$$

$$= \frac{4269710494 \text{ Nmm}}{2000 \text{ mm} \times (396,5 \text{ mm})^2}$$

$$= 0,858 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \times fc'}$$

$$= \frac{400 \text{ MPa}}{0,85 \times 30 \text{ MPa}}$$

$$= 15,686$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.3.5)**

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{fy}} \right)$$

$$= \frac{1}{15,686} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,686 \cdot 0,858 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ MPa}}} \right)$$

$$= 0,0022$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 55 pers. 3.8.5)**

$$\rho_{\text{balance}} = \frac{0,85 \times fc' \times \beta}{fy} \left( \frac{600}{600 + fy} \right)$$

$$= \frac{0,85 \times 30 \text{ MPa} \times 0,85}{400 \text{ MPa}} \left( \frac{600}{600 + 400 \text{ MPa}} \right)$$

$$= 0,0325$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 8.4.3)**

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{fy}$$

$$= \frac{1,4}{400 \text{ MPa}}$$

$$= 0,0035$$

**(SNI 2847:2013 Pasal 10.5.1)**

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_{\text{balance}}$$

$$= 0,75 \times 0,0325$$

$$= 0,0244$$

**(DESAIN BETON BERTULANG; C.K Wang & C.G. Salmon Jilid 1 hal 49 pers. 3.6.1)**

Syarat :

$$\rho_{\min} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\max}$$

$$0,0035 > 0,0034 < 0,0244 \quad \textbf{(tidak memenuhi)}$$

Maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0035$

$$\text{As perlu} = \rho_{\min} \times b \times d_y$$

$$= 0,0035 \times 2000 \text{ mm} \times 396,5 \text{ mm}$$

$$= 2775,5 \text{ mm}^2$$

Syarat spasi antar tulangan

$$S \leq S_{\max}$$

$$S_{\max} = 2h$$

$$= 2 \times 500 \text{ mm}$$

$$= 1000 \text{ mm}$$

$$S = \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{A_s}$$

$$= \frac{0,25 \times 3,14 \times 19 \text{ mm}^2 \times 2000 \text{ mm}}{2775,5 \text{ mm}^2}$$

$$= 204,205 \text{ mm} < 1000 \text{ mm} \quad \textbf{(OK)}$$

Spakai = 150 mm

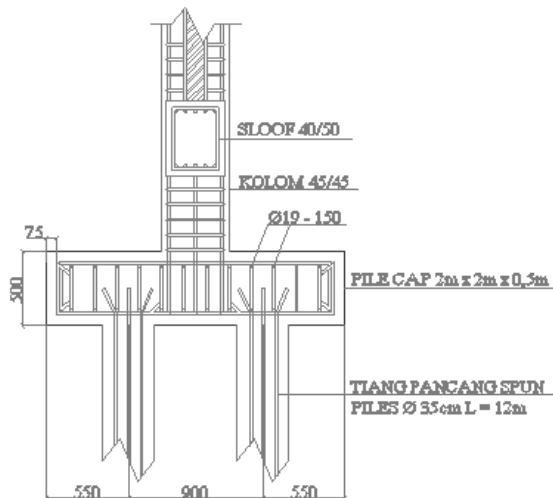
Tulangan yang dipakai Ø19 – 150

$$\begin{aligned}
 A_{spakai} &= \frac{0,25 \times \pi \times \phi^2 \times b}{S_{pakai}} \\
 &= \frac{0,25 \times 3,14 \times 19mm^2 \times 2000 \text{ mm}}{150} \\
 &= 3778,467 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Syarat :

$$A_{spakai} > A_{sperlu}$$

$$3778,467 \text{ mm}^2 > 2775,5 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Memenuhi}$$



Gambar 4. 74 Detail Poer dan Tiang Pancang

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **DAFTAR PUSTAKA**

1. Badan Standarisasi Nasional, 2012, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2012)
2. Badan Standarisasi Nasional, 2013, Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013)
3. Departemen Pekerjaan Umum, 1983, Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG 1983)
4. Departemen Pekerjaan Umum, 1971, Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBBI 1971)
5. Wang, Chu Kia, Salmon, Charles G., Hariandja, Binsar, 1986, Desain Beton Bertulang Edisi Keempat Jilid 1, Jakarta:Penerbit Erlangga
6. Wang, Chu Kia, Salmon, Charles G., Hariandja, Binssar, 1990, Desain Beton Bertulang Edisi Keempat Jilid 2, Jakarta:Penerbit Erlangga
7. Bowles, Joshep E., 1999, Analisa dan Desain Pondasi, Jakarta:Erlangga
8. Asroni, Ali., 2010, Balok Pelat Beton Bertulang, Surakarta:Graha Ilmu
9. Imron, Iswandi., Hendrik, Fajar., 2009, Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa, Bandung:Penerbit ITB



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan proses perhitungan perencanaan struktur bangunan gedung rumah susun sederhana sewa Jambangan Surabaya menggunakan metode SRPMM dalam perhitungan gempa menggunakan respon spektrum didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Tebal Pelat
  - a. Pelat lantai = 12 cm
  - b. Pelat Atap = 12 cm
  - c. Pelat tangga = 12 cm
2. Dimensi balok
  - a. Balok Induk Memanjang = 30cm x 40cm
  - b. Balok Induk Melintang = 40cm x 50cm
  - c. Balok Anak = 25cm x 30cm
  - d. Balok Bordes Tangga Tipe a = 40cm x 50cm
  - e. Balok Bordes tangga Tipe b = 30cm x 40cm
  - f. Balok Kantilever = 40cm x 50cm
3. Dimensi Kolom
  - a. Kolom = 45cm x 45cm
4. Dimensi Sloof
  - a. Sloof Memanjang = 30cm x 40cm
  - b. Sloof Melintang = 40cm x 50cm
  - c. Sloof Anak = 25cm x 30cm
5. Struktur Bawah
  - a. Dimensi Poer = 2m x 2m
  - b. Tebal Poer = 50cm
  - c. Jumlah Tiang Pancang = 4
  - d. Diameter Tiang Pancang = 35cm

e. Kedalaman = 23 m

## 5.2 Penutup

Kami ucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT, karena atas kehendak-Nya dapat tersusun laporan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan ini, namun demikian kami berharap agar laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan penulis khususnya.

Pada kesempatan ini kami ucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Dr. M. Muntaha, ST, MT. yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengaraan hingga tersusunnya tugas akhir ini.

# PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES ( JBI PILES ) JIS. A 5335



The manufacture of JBI piles uses a combined system ; prestressing, spinning and steam curing which are done in the plant. Due to above system, the resulted processes the following qualities : Stable, high quality, high density of concrete, with extremely low absorption rate, totality free of corrosion problem. High resistance to shock, due to it's elasticity. The effective prestress at type A, AB, B, C are about 40, 60, 80, 100 Kg/Cm<sup>2</sup> respectively, Bearing capacity determined by the material with concrete allowable stress according to ACI 543 :  $0.33 \times 500 - 0.27 \times 40 = 154 \text{ Kg/Cm}^2$  (for type A pile, the other type are changed of effective prestressed).

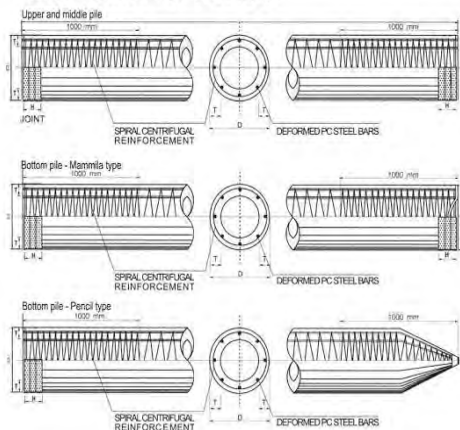
## Specification Of Prestressed Concrete Spun Piles, JIS A 5335

Out Side Diameter (mm)	Type ( Class )	Thickness (mm)	Cross Section Area (cm²)	Bearing Capacity ( ton ) ACI 543	Cracking Bending Moment (t.m)	Ultimate Bending Moment ( t.m )	Length ( meter ) & Weight ( ton )									
							7 m	8 m	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m	14 m	15 m	
300	A	60	452,4	70	2,5	3,8	0.82	0.94	1.06	1.18	1.29	1.41	1.53			
	AB				3,0	5,0										
	B				3,5	6,3										
	C				4,0	8,0										
350	A	65	582,0	90	3,5	5,2	1.06	1.21	1.36	1.51	1.66	1.81	1.97	2.12	2.27	
	AB				4,0	7,1										
	B				5,0	9,0										
	C				6,0	12,0										
400	A	75	765,8	118	5,5	8,2	1.39	1.59	1.79	1.99	2.19	2.39	2.59	2.79	2.98	
	AB				6,5	10,7										
	B				7,5	13,5										
	C				9,0	18,0										
450	A	80	929,9	143	7,5	11,2	1.69	1.93	2.17	2.42	2.66	2.90	3.14	3.38	3.62	
	AB				9,0	15,5										
	B				11,0	19,8										
	C				12,5	25,0										
500	A	90	1.159,0	178	10,5	15,7	2.11	2.41	2.71	3.01	3.31	3.62	3.92	4.22	4.52	
	AB				12,5	18,8										
	B				15,0	27,0										
	C				17,0	34,0										
600	A	100	1.570,8	242	17,0	25,5	2.86	3.27	3.67	4.08	4.49	4.90	5.31	5.71	6.12	
	AB				20,0	35,3										
	B				25,0	45,0										
	C				29,0	58,0										

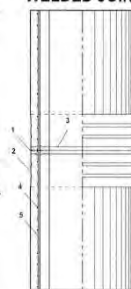
Concrete Strength,  $f_c = 500 \text{ kg/cm}^2$  ( Cylinder Test ), or equivalent to K - 600 ( Cube Test )

## Construction Of Prestressed Concrete Spun Piles

### CONSTRUCTION OF JBI PILES



### WELDED JOINT



1. On - Site butt welding
2. Steel plate band
3. End plate
4. Spiral Reinforcing
5. PC Steel Bar

### Calculation Of Bearing Capacity Dynamic Formula

$$R_a = \frac{2.W.H}{5.S + 0.1}$$

$R_a$  = Allowable Bearing Capacity (ton)

$W$  = Weight of Hammer (ton)

$H$  = Height of ram stroke (m)

$S$  = Final settlement of pile, determined as the average of the last 10 blows, (m)





Tabel Penulangan Pelat Lantai 2

Properties :

fc'	=	30	Mpa
fy	=	400	MPa
β <sub>1</sub>	=	0,85	
b	=	1000	mm
Øtul. Lentur	=	10	mm
Øtul. Susut	=	8	mm
decking	=	20	mm
h	=	120	mm
ρ susut	=	0,002	
dx	=	95	mm
dy	=	85	mm

Pembebanan :

• <b>Beban Mati</b>			
Berat sendiri plat (0,12m x 2400 kg/m <sup>3</sup> )	=	288	Kg/m <sup>2</sup>
Spesi	t = 2 cm	=	42 Kg/m <sup>2</sup>
Keramik	t = 1 cm	=	24 Kg/m <sup>2</sup>
Plafond dan penggantung (11 + 7)	=	18	Kg/m <sup>2</sup>
Pemipaan air bersih dan kotor	=	25	Kg/m <sup>2</sup>
Instalasi listrik (asumsi)	=	40	Kg/m <sup>2</sup>
<b>Total</b>		=	437 Kg/m <sup>2</sup>
• <b>Beban Hidup</b>			
Beban hidup rusun	=	250	Kg/m <sup>2</sup>
atap tamah aspal 3cm = 14			

Penulangan lentur, susut, dan suhu

Type	Ly	Lx	Ly/Lx	Arah	q Ultimate	Momen Pelat				Mu				Mn				Rn	
						Nilai X				lap.x	lap.y	tump.x	tump.y	lap.x	lap.y	tump.x	tump.y	lap.x	lap.y
						kg/m <sup>2</sup>	lap.x	lap.y	tump.x	tump.y	kgm	kgm	kgm	kgm	Nmm	Nmm	Nmm	Nmm	
a	3	2,7	1,1	dua	924,4	31	19	69	57	208,9052	128,0386	464,9824	384,1159	2611314,45	1600483,05	5812280,55	4801449,15	0,289342	0,221520
b	5,4	3	1,8	dua	924,4	40	13	82	57	332,7840	108,1548	682,2072	474,2172	4159800	1351935	8527590	5927715	0,460920	0,187119
c	4,5	3,35	1,3	dua	924,4	31	19	69	57	321,5964	197,1075	715,8115	591,3225	4019955,613	2463843,763	8947643,138	7391531,288	0,445424	0,341016
d	3,35	3	1,1	dua	924,4	31	19	69	57	257,9076	158,0724	574,0524	474,2172	3223845	1975905	7175655	5927715	0,357213	0,273482
g	1,5	0,9	1,7	dua	924,4	38	14	81	57	28,4530	10,4827	60,6499	42,6795	355662,9	131033,7	758123,55	533494,35	0,039409	0,018136
h	2	1,5	1,3	dua	924,4	31	19	69	57	64,4769	39,5181	143,5131	118,5543	805961,25	493976,25	1793913,75	1481928,75	0,089303	0,068370
j	1,75	1,5	1,2	dua	924,4	28	20	64	56	58,2372	41,5980	133,1136	116,4744	727965	519975	1663920	1455930	0,080661	0,071969
k	6	4	1,5	dua	924,4	29	21	65	57	428,9216	310,5984	961,3760	843,0528	5361520	3882480	12017200	10538160	0,594074	0,537367



		m				p perlu				p min				p balance		
tump.x	tump.y	lap.x	lap.y	tump.x	tump.y	lap.x	lap.y	tump.x	tump.y	lap.x	lap.y	tump.x	tump.y	lap.x	lap.y	tump.x
0,644020	0,664560	15,6863	15,6863	15,6863	15,6863	0,0007275	0,0005562	0,0016309	0,0016836	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0325	0,0325	0,0325
0,944885	0,820445	15,6863	15,6863	15,6863	15,6863	0,0011629	0,0004695	0,0024077	0,0020852	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0325	0,0325	0,0325
0,991429	1,023049	15,6863	15,6863	15,6863	15,6863	0,0011235	0,0008583	0,0025287	0,0026111	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0325	0,0325	0,0325
0,795086	0,820445	15,6863	15,6863	15,6863	15,6863	0,0008994	0,0006874	0,0020197	0,0020852	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0325	0,0325	0,0325
0,084003	0,073840	15,6863	15,6863	15,6863	15,6863	0,00009860	0,000045357	0,0002104	0,0001849	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0325	0,0325	0,0325
0,198772	0,205111	15,6863	15,6863	15,6863	15,6863	0,00022365	0,000171156	0,0004989	0,0005149	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0325	0,0325	0,0325
0,184368	0,201513	15,6863	15,6863	15,6863	15,6863	0,00020197	0,000180177	0,0004626	0,0005058	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0325	0,0325	0,0325
1,331546	1,458569	15,6863	15,6863	15,6863	15,6863	0,00150290	0,001357880	0,0034206	0,0037571	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0325	0,0325	0,0325



	ρ maks				ρ perlu x 1,3				ρ pakai				As perlu			
tump.y	lap.x	lap.y	tump.x	tump.y	lap.x	lap.y	tump.x	tump.y	lap.x	lap.y	tump.x	tump.y	lap.x	lap.y	tump.x	tump.y
													mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
0,0325	0,0244	0,0244	0,0244	0,0244	0,0009458	0,0007231	0,0021202	0,0021887	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	332,5000	332,5000	332,5000	332,5000
0,0325	0,0244	0,0244	0,0244	0,0244	0,0015118	0,0006104	0,0031300	0,0027108	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	332,5000	332,5000	332,5000	332,5000
0,0325	0,0244	0,0244	0,0244	0,0244	0,0014605	0,0011158	0,0032873	0,0033944	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	332,5000	332,5000	332,5000	332,5000
0,0325	0,0244	0,0244	0,0244	0,0244	0,0011692	0,0008936	0,0026256	0,0027108	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	332,5000	332,5000	332,5000	332,5000
0,0325	0,0244	0,0244	0,0244	0,0244	0,00012818	0,00005896	0,0002735	0,0002403	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	332,5000	332,5000	332,5000	332,5000
0,0325	0,0244	0,0244	0,0244	0,0244	0,00029075	0,00022250	0,0006485	0,0006693	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	332,5000	332,5000	332,5000	332,5000
0,0325	0,0244	0,0244	0,0244	0,0244	0,00026256	0,00023423	0,0006014	0,0006575	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	332,5000	332,5000	332,5000	332,5000
0,0325	0,0244	0,0244	0,0244	0,0244	0,00195377	0,00176524	0,0044468	0,0048843	0,0035	0,0035	0,0035	0,0038	332,5000	332,5000	332,5000	356,9280



S min				S maks				S pakai				As pakai				
lap.x	lap.y	tump.x	tump.y	lap.x	lap.y	tump.x	tump.y	lap.x	lap.y	tump.x	tump.y	lap.x	lap.y	tump.x	tump.y	lap.x
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	Cek
236,0902256	236,0902256	236,0902256	236,0902256	240	240	240	240	200	200	200	200	392,5	392,5	392,5	392,5	OKE
236,0902256	236,0902256	236,0902256	236,0902256	240	240	240	240	200	200	200	200	392,5	392,5	392,5	392,5	OKE
236,0902256	236,0902256	236,0902256	236,0902256	240	240	240	240	200	200	200	200	392,5	392,5	392,5	392,5	OKE
236,0902256	236,0902256	236,0902256	236,0902256	240	240	240	240	200	200	200	200	392,5	392,5	392,5	392,5	OKE
236,0902256	236,0902256	236,0902256	236,0902256	240	240	240	240	200	200	200	200	392,5	392,5	392,5	392,5	OKE
236,0902256	236,0902256	236,0902256	236,0902256	240	240	240	240	200	200	200	200	392,5	392,5	392,5	392,5	OKE
236,0902256	236,0902256	236,0902256	236,0902256	240	240	240	240	200	200	200	200	392,5	392,5	392,5	392,5	OKE
236,0902256	236,0902256	236,0902256	219,932334	240	240	240	240	200	200	200	200	392,5	392,5	392,5	392,5	OKE



As pakai > As perlu			As susut perlu				S susut perlu				S susut pakai				As susu	
lap.y	tump.x	tump.y	lap.x	lap.y	tump.x	tump.y	lap.x	lap.y	tump.x	tump.y	lap.x	lap.y	tump.x	tump.y	lap.x	lap.y
Cek	Cek	Cek	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
OKE	OKE	OKE	240	240	240	240	209,3333333	209,3333333	209,3333333	209,3333333	200	200	200	200	251,2	251,2
OKE	OKE	OKE	240	240	240	240	209,3333333	209,3333333	209,3333333	209,3333333	200	200	200	200	251,2	251,2
OKE	OKE	OKE	240	240	240	240	209,3333333	209,3333333	209,3333333	209,3333333	200	200	200	200	251,2	251,2
OKE	OKE	OKE	240	240	240	240	209,3333333	209,3333333	209,3333333	209,3333333	200	200	200	200	251,2	251,2
OKE	OKE	OKE	240	240	240	240	209,3333333	209,3333333	209,3333333	209,3333333	200	200	200	200	251,2	251,2
OKE	OKE	OKE	240	240	240	240	209,3333333	209,3333333	209,3333333	209,3333333	200	200	200	200	251,2	251,2
OKE	OKE	OKE	240	240	240	240	209,3333333	209,3333333	209,3333333	209,3333333	200	200	200	200	251,2	251,2
OKE	OKE	OKE	240	240	240	240	209,3333333	209,3333333	209,3333333	209,3333333	200	200	200	200	251,2	251,2
OKE	OKE	OKE	240	240	240	240	209,3333333	209,3333333	209,3333333	209,3333333	200	200	200	200	251,2	251,2



[illegible]



lapisan ke i	tebal lapisan	deskripsi jenis tanah	nilai N-SPT
1	10	Lem Berlanau Pasir	6
2	6	Lem Berlanau	9,667
3	10	Lem Berlanau	13
4	4	Lem Beralanau Berkerikil	22
Σ	30		50,667

$$\Sigma di/Ni = 3,238$$

$$N_{rata}^2 = 9,264$$

Termasuk tanah lunak (SE)

10% dalam 50 tahun (Gempa 500 tahun)

$$S_s = 0,3 \text{ g} \quad (\text{Lihat gambar 2})$$

$$S_i = 0,1 \text{ g} \quad (\text{Lihat gambar 3})$$

Karena  $S_s = 0,3\text{g}$  berada di antara  $S_s < 0,25$  dengan  $S_s = 0,5$  maka dilakukan interpolasi linier

$S_s$	$F_a$
0,5	1,7
0,30	2,48
0,25	2,5

$$\frac{0,5 - 0,25}{1,7 - 2,5} = \frac{0,3 - 0,25}{x - 2,5}$$

$$\frac{0,25}{-0,8} = \frac{x - 2,5}{2,5}$$

$$x = 2,48$$

$$S_i = 0,1 \text{ g}$$

$$F_v = 3,5$$

T (detik)	T (detik)	Sa (g)
0	0	0,198
To	0,094	0,496
Ts	0,470	0,496
Ts+0,1	0,570	0,409
Ts+0,2	0,670	0,348
Ts+0,3	0,770	0,303
Ts+0,4	0,870	0,268
Ts+0,5	0,970	0,240
Ts+0,6	1,070	0,218
Ts+0,7	1,170	0,199
Ts+0,8	1,270	0,184
Ts+0,9	1,370	0,170
Ts+1,0	1,470	0,159
Ts+1,1	1,570	0,149
Ts+1,2	1,670	0,140
Ts+1,3	1,770	0,132
Ts+1,4	1,870	0,125
Ts+1,5	1,970	0,118
Ts+1,6	2,070	0,113
Ts+1,7	2,170	0,108
Ts+1,8	2,270	0,103
Ts+1,9	2,370	0,098
Ts+2,0	2,470	0,094
Ts+2,1	2,570	0,091
Ts+2,2	2,670	0,087
Ts+2,3	2,770	0,084
Ts+2,4	2,870	0,081
Ts+2,5	2,970	0,079
Ts+2,6	3,070	0,076
Ts+2,7	3,170	0,074
Ts+2,8	3,270	0,071
Ts+2,9	3,370	0,069
4	4,0	0,058

$$S_{MS} = F_s * S_s = 0,744$$

$$S_{MI} = F_v * S_i = 0,350$$

$$S_{DS} = (2/3) * S_{MS} = 0,496$$

$$S_{DI} = (2/3) * S_{MI} = 0,233$$

$$T_s = S_{DI} / S_{DS} = 0,470$$

$$T_o = 0,2 * T_s = 0,094$$

$$\text{Bila } T < T_o \rightarrow Sa = S_{DS} (0,4 + 0,6 (T/T_o))$$

$$\text{Bila } T_o < T < T_s \rightarrow Sa = S_{DS}$$

$$\text{Bila } T > T_s \rightarrow Sa = S_{DI}/T$$

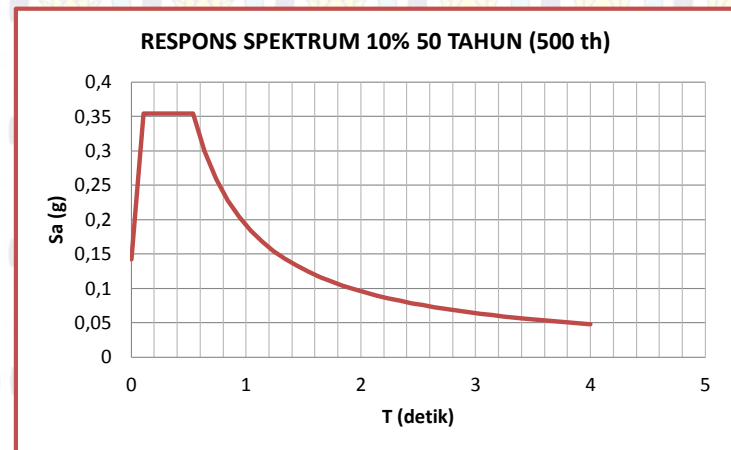
(Tabel 15 SNI 1726:2012)

$$\text{Nilai } C_t \text{ untuk rangka beton pemikul momen} = 0,0466$$

$$\text{hm (ketinggian gedung)} = 7 \text{ m}$$

$$x = 0,9$$

$$T = C_t \cdot (\text{hm})^x = 0,269$$





INPUT DATA

Fc'	=	30,0000	Mpa	Mpa
Fy Len	=	400,0000	Mpa	Mpa
Fy Gsr	=	320,0000	Mpa	Mpa
Fy Pntr	=	400,0000	Mpa	Mpa
Ø Seng	=	10,0000	mm	mm
Ø Lntr	=	19,0000	mm	mm
Ø Gsr	=	10,0000	mm	
Ø Pntr	=	16,0000	mm	
Btn Dec	=	40,0000	mm	
β1	=	0,8500	mm	
φ Lntr	=	0,8000		
φ Pntr	=	0,7500		
φ Gsr	=	0,7500		
S agregat	=	25,0000	mm	

DATA BALOK																	
Lantai	TYPE	Frame	b	h	d	d'	Bentang	Acp	Pcp	Aoh	Ph	Letak	Tu	Tn	Vu	φTu	φTu Max
			mm	mm	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup>	mm	mm <sup>2</sup>	mm		(N.mm)	(N.mm)	N	(N.mm)	(N.mm)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Melintang	100,000	400,000	500,000	440,500	59,500	5.400,000	200.000,000	1.800,000	127.100,000	1.440,000	Tump. Kiri	15.249.580,390	20.332.773,853	158.754,230	7.607.257,743	30.429.030,973
												Lapangan	15.249.580,390	20.332.773,853	158.754,230	7.607.257,743	30.429.030,973
												Tump. Kanan	15.249.580,390	20.332.773,853	158.754,230	7.607.257,743	30.429.030,973
	Melintang	207,000	400,000	500,000	440,500	59,500	5.400,000	200.000,000	1.800,000	127.100,000	1.440,000	Tump. Kiri	16.051.835,500	21.402.447,333	163.904,230	7.607.257,743	30.429.030,973
												Lapangan	16.051.835,500	21.402.447,333	163.904,230	7.607.257,743	30.429.030,973
												Tump. Kanan	16.051.835,500	21.402.447,333	163.904,230	7.607.257,743	30.429.030,973
	Melintang	208,000	400,000	500,000	440,500	59,500	5.400,000	200.000,000	1.800,000	127.100,000	1.440,000	Tump. Kiri	13.686.044,600	18.248.059,467	161.066,110	7.607.257,743	30.429.030,973
												Lapangan	13.686.044,600	18.248.059,467	161.066,110	7.607.257,743	30.429.030,973
												Tump. Kanan	13.686.044,600	18.248.059,467	161.066,110	7.607.257,743	30.429.030,973
	Melintang	308,000	400,000	500,000	440,500	59,500	5.400,000	200.000,000	1.800,000	127.100,000	1.440,000	Tump. Kiri	13.048.319,900	17.397.759,867	164.071,330	7.607.257,743	30.429.030,973
												Lapangan	13.048.319,900	17.397.759,867	164.071,330	7.607.257,743	30.429.030,973
												Tump. Kanan	13.048.319,900	17.397.759,867	164.071,330	7.607.257,743	30.429.030,973
	Melintang	309,000	400,000	500,000	440,500	59,500	5.400,000	200.000,000	1.800,000	127.100,000	1.440,000	Tump. Kiri	11.285.618,700	15.047.491,600	161.756,600	7.607.257,743	30.429.030,973
												Lapangan	11.285.618,700	15.047.491,600	161.756,600	7.607.257,743	30.429.030,973
												Tump. Kanan	11.285.618,700	15.047.491,600	161.756,600	7.607.257,743	30.429.030,973
	Melintang	409,000	400,000	500,000	440,500	59,500	5.400,000	200.000,000	1.800,000	127.100,000	1.440,000	Tump. Kiri	9.139.960,990	12.186.614,653	168.861,590	7.607.257,743	30.429.030,973
												Lapangan	9.139.960,990	12.186.614,653	168.861,590	7.607.257,743	30.429.030,973
												Tump. Kanan	9.139.960,990	12.186.614,653	168.861,590	7.607.257,743	30.429.030,973
	Melintang	410,000	400,000	500,000	440,500	59,500	5.400,000	200.000,000	1.800,000	127.100,000	1.440,000	Tump. Kiri	8.035.198,210	10.713.597,613	167.809,170	7.607.257,743	30.429.030,973
												Lapangan	8.035.198,210	10.713.597,613	167.809,170	7.607.257,743	30.429.030,973
												Tump. Kanan	8.035.198,210	10.713.597,613	167.809,170	7.607.257,743	30.429.030,973
	Melintang	99,000	400,000	500,000	440,500	59,500	5.400,000	200.000,000	1.800,000	127.100,000	1.440,000	Tump. Kiri	17.690.311,000	23.587.081,333	160.265,390	7.607.257,743	30.429.030,973
												Lapangan	17.690.311,000	23.587.081,333	160.265,390	7.607.257,743	30.429.030,973
												Tump. Kanan	17.690.311,000	23.587.081,333	160.265,390	7.607.257,743	30.429.030,973



TULANGAN PUNTIR

KET	$v((V_u/bw.d)^2 + (T_u.P_h/(1,7 \cdot A_{oh}))^2)$	$\Phi((V_c/(bw.d)) + (2V_{fc'}/3))$	Kecukupan Penam	Ao	At/s	AI	AI Min	Kontrol	AI digunakan	AI / 4	2 x ( AI / 4 )	Tulangan Puntir Longitudinal (Tengah )			AS Pasang Puntir
												n	n Dibulatkan	Diameter	
				mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	AI / AI Min	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>				mm <sup>2</sup>
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,205	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,294	338,770	802,319	AI Min	802,319	200,580	401,159	1,996	2,000	16,000	401,920
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,205	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,294	338,770	802,319	AI Min	802,319	200,580	401,159	1,996	2,000	16,000	401,920
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,205	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,294	338,770	802,319	AI Min	802,319	200,580	401,159	1,996	2,000	16,000	401,920
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,254	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,310	356,592	784,497	AI Min	784,497	196,124	392,248	1,952	2,000	16,000	401,920
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,254	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,310	356,592	784,497	AI Min	784,497	196,124	392,248	1,952	2,000	16,000	401,920
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,254	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,310	356,592	784,497	AI Min	784,497	196,124	392,248	1,952	2,000	16,000	401,920
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,162	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,264	304,036	837,053	AI Min	837,053	209,263	418,526	2,083	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,162	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,264	304,036	837,053	AI Min	837,053	209,263	418,526	2,083	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,162	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,264	304,036	837,053	AI Min	837,053	209,263	418,526	2,083	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,156	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,252	289,869	851,220	AI Min	851,220	212,805	425,610	2,118	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,156	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,252	289,869	851,220	AI Min	851,220	212,805	425,610	2,118	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,156	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,252	289,869	851,220	AI Min	851,220	212,805	425,610	2,118	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,092	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,218	250,710	890,378	AI Min	890,378	222,595	445,189	2,215	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,092	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,218	250,710	890,378	AI Min	890,378	222,595	445,189	2,215	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,092	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,218	250,710	890,378	AI Min	890,378	222,595	445,189	2,215	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,072	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,176	203,044	938,044	AI Min	938,044	234,511	469,022	2,334	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,072	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,176	203,044	938,044	AI Min	938,044	234,511	469,022	2,334	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,072	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,176	203,044	938,044	AI Min	938,044	234,511	469,022	2,334	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,041	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,155	178,502	962,587	AI Min	962,587	240,647	481,293	2,395	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,041	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,155	178,502	962,587	AI Min	962,587	240,647	481,293	2,395	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,041	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,155	178,502	962,587	AI Min	962,587	240,647	481,293	2,395	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,299	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,341	392,991	748,098	AI Min	748,098	187,024	374,049	1,861	2,000	16,000	401,920
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,299	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,341	392,991	748,098	AI Min	748,098	187,024	374,049	1,861	2,000	16,000	401,920
PERLU TULANGAN PUNTIR	1,299	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,341	392,991	748,098	AI Min	748,098	187,024	374,049	1,861	2,000	16,000	401,920



TULANGAN LENTUR															
Kontrol	Mu	Mn	Xb	X Max	X Min	X Rencana	Cc'	Asc	Mnc	Mns	KET	Cs' = T2	fs'	KET	fs' Pakai
	(N.mm)	(N.mm)	mm	mm			N	mm <sup>2</sup>	N.mm		R / T	N	Mpa		Mpa
35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
MEMENUHI	196.369.013,000	245.461.266,250	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-194.888.340,993	TUNGGAL	-511.517,955	329,852	TIDAK LELEH	329,852
MEMENUHI	120.503.667,400	150.629.584,250	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-289.720.022,993	TUNGGAL	-760.420,008	329,852	TIDAK LELEH	329,852
MEMENUHI	215.048.790,000	268.810.987,500	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-171.538.619,743	TUNGGAL	-450.232,598	329,852	TIDAK LELEH	329,852
MEMENUHI	194.778.868,000	243.473.585,000	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-196.876.022,243	TUNGGAL	-516.734,967	329,852	LELEH	10,000
MEMENUHI	112.809.121,900	141.011.402,375	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-299.338.204,868	TUNGGAL	-785.664,580	329,852	LELEH	19,000
MEMENUHI	201.360.123,000	251.700.153,750	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-188.649.453,493	TUNGGAL	-495.142,923	329,852	LELEH	10,000
MEMENUHI	194.065.640,000	242.582.050,000	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-197.767.557,243	TUNGGAL	-519.074,953	329,852	LELEH	16,000
MEMENUHI	113.476.973,100	141.846.216,375	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-298.503.390,868	TUNGGAL	-783.473,467	329,852	LELEH	40,000
MEMENUHI	200.996.453,000	251.245.566,250	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-189.104.040,993	TUNGGAL	-496.336,066	329,852	LELEH	0,850
MEMENUHI	181.500.122,000	226.875.152,500	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-213.474.454,743	TUNGGAL	-560.300,406	329,852	LELEH	0,800
MEMENUHI	112.993.114,200	141.241.392,750	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-299.108.214,493	TUNGGAL	-785.060,930	329,852	LELEH	0,750
MEMENUHI	191.036.273,000	238.795.341,250	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-201.554.265,993	TUNGGAL	-529.013,822	329,852	LELEH	0,750
MEMENUHI	185.348.286,000	231.685.357,500	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-208.664.249,743	TUNGGAL	-547.675,196	329,852	LELEH	25,000
MEMENUHI	113.205.725,000	141.507.156,250	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-298.842.450,993	TUNGGAL	-784.363,388	329,852	LELEH	0,000
MEMENUHI	187.748.371,000	234.685.463,750	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-205.664.143,493	TUNGGAL	-539.800,902	329,852	LELEH	0,000
MEMENUHI	171.809.414,000	214.761.767,500	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-225.587.839,743	TUNGGAL	-592.094,068	329,852	TIDAK LELEH	329,852
MEMENUHI	118.786.854,300	148.483.567,875	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-291.866.039,368	TUNGGAL	-766.052,597	329,852	TIDAK LELEH	329,852
MEMENUHI	178.967.651,000	223.709.563,750	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-216.640.043,493	TUNGGAL	-568.609,038	329,852	LELEH	0,000
MEMENUHI	176.105.478,000	220.131.847,500	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-220.217.759,743	TUNGGAL	-577.999,369	329,852	LELEH	2,000
MEMENUHI	119.093.925,400	148.867.406,750	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-291.482.200,493	TUNGGAL	-765.045,146	329,852	LELEH	Melintang
MEMENUHI	175.022.373,000	218.777.966,250	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-221.571.640,993	TUNGGAL	-581.552,863	329,852	LELEH	0,000
MEMENUHI	205.036.458,000	256.295.572,500	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-184.054.034,743	TUNGGAL	-483.081,456	329,852	LELEH	0,000
MEMENUHI	117.740.516,900	147.175.646,125	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-293.173.961,118	TUNGGAL	-769.485,462	329,852	LELEH	Melintang
MEMENUHI	198.910.909,000	248.638.636,250	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-191.710.970,993	TUNGGAL	-503.178,402	329,852	LELEH	0,000



				Tul Pasang Tarik						Tul Pasang Tarik + Puntir Long					Kesimpulan Tul Tarik		
es'	As' Perlu	Ass	As Perlu	n	n dibulatkan	Diameter	As Pasang	Kontrol	As + ( AI / 4 )	n	n Dibulatkan	Diameter	As Pasang	Kontrol	n	Diameter	As Pasang
	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	Buah	Buah	mm	mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	Buah	Buah	mm	mm <sup>2</sup>		Buah	mm	mm <sup>2</sup>
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
0,002	-1.680,676	-1.278,795	1.585,556	5,595	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	1.786,136	6,303	7,000	19,000	1.983,695	MEMENUHI	7,000	19,000	1.983,695
0,002	-2.498,485	-1.901,050	963,301	3,399	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	1.163,881	4,107	5,000	19,000	1.416,925	MEMENUHI	5,000	19,000	1.416,925
0,002	-1.479,313	-1.125,581	1.738,770	6,136	7,000	19,000	1.983,695	MEMENUHI	1.939,349	6,844	7,000	19,000	1.983,695	MEMENUHI	7,000	19,000	1.983,695
0,002	33.337,740	-1.291,837	1.572,514	5,549	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	1.768,638	6,241	7,000	19,000	1.983,695	MEMENUHI	7,000	19,000	1.983,695
0,002	120.871,474	-1.964,161	900,190	3,177	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	1.096,314	3,869	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540
0,002	31.944,705	-1.237,857	1.626,494	5,740	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	1.822,618	6,432	7,000	19,000	1.983,695	MEMENUHI	7,000	19,000	1.983,695
0,002	54.639,469	-1.297,687	1.566,664	5,528	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	1.775,927	6,267	7,000	19,000	1.983,695	MEMENUHI	7,000	19,000	1.983,695
0,002	-54.032,653	-1.958,684	905,668	3,196	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	1.114,931	3,934	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540
0,002	20.135,337	-1.240,840	1.623,511	5,729	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	1.832,774	6,467	7,000	19,000	1.983,695	MEMENUHI	7,000	19,000	1.983,695
0,002	22.684,227	-1.400,751	1.463,600	5,165	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	1.676,405	5,916	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	6,000	19,000	1.700,310
0,002	31.719,634	-1.962,652	901,699	3,182	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	1.114,504	3,933	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540
0,002	21.374,296	-1.322,535	1.541,817	5,441	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	1.754,622	6,192	7,000	19,000	1.983,695	MEMENUHI	7,000	19,000	1.983,695
0,002	1.095.350,392	-1.369,188	1.495,163	5,276	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	1.717,758	6,062	7,000	19,000	1.983,695	MEMENUHI	7,000	19,000	1.983,695
0,002	30.759,349	-1.960,908	903,443	3,188	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	1.126,037	3,974	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540
0,002	21.168,663	-1.349,502	1.514,849	5,346	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	1.737,444	6,131	7,000	19,000	1.983,695	MEMENUHI	7,000	19,000	1.983,695
0,002	-1.945,422	-1.480,235	1.384,116	4,884	5,000	19,000	1.416,925	MEMENUHI	1.618,627	5,712	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	6,000	19,000	1.700,310
0,002	-2.516,992	-1.915,131	949,220	3,350	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	1.183,731	4,177	5,000	19,000	1.416,925	MEMENUHI	5,000	19,000	1.416,925
0,002	22.298,394	-1.421,523	1.442,829	5,091	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	1.677,340	5,919	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	6,000	19,000	1.700,310
0,002	24.595,718	-1.444,998	1.419,353	5,009	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	1.659,999	5,858	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	6,000	19,000	1.700,310
0,002	#VALUE!	-1.912,613	951,738	3,358	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	1.192,385	4,208	5,000	19,000	1.416,925	MEMENUHI	5,000	19,000	1.416,925
0,002	22.805,995	-1.453,882	1.410,469	4,977	5,000	19,000	1.416,925	MEMENUHI	1.651,116	5,826	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	6,000	19,000	1.700,310
0,002	18.944,371	-1.207,704	1.656,648	5,846	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	1.843,672	6,506	7,000	19,000	1.983,695	MEMENUHI	7,000	19,000	1.983,695
0,002	#VALUE!	-1.923,714	940,638	3,319	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	1.127,662	3,979	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540
0,002	19.732,486	-1.257,946	1.606,405	5,669	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	1.793,430	6,329	7,000	19,000	1.983,695	MEMENUHI	7,000	19,000	1.983,695



TULANGAN LENTUR RANGKAP

Tul Pasang Tekan						Tul Pasang Tek + Puntir Long						Kesimpulan Tul Tekan			Tarik 1 Lapis	
As' Perlu	n	n Dibulatkan	Diameter	As' Pasang	Kontrol	As' + ( AI / 4 )	n	n Dibulatkan	Diameter	As' Pasang	Kontrol	n	Diameter	As' Pasang	Smaks	Ket
mm <sup>2</sup>				mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>				mm <sup>2</sup>				mm <sup>2</sup>	mm	
69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
-1.680,676	-5,931	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	-1.480,097	-5,223	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	27,833	MEMENUHI
-2.498,485	-8,817	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	-2.297,905	-8,109	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	51,250	MEMENUHI
-1.479,313	-5,220	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	-1.278,734	-4,512	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	27,833	MEMENUHI
33.337,740	117,641	118,000	19,000	33.439,430	MEMENUHI	33.533,864	118,333	119,000	19,000	33.722,815	MEMENUHI	119,000	19,000	33.722,815	27,833	MEMENUHI
120.871,474	426,527	427,000	19,000	121.005,395	MEMENUHI	121.067,598	427,219	428,000	19,000	121.288,780	MEMENUHI	428,000	19,000	121.288,780	74,667	MEMENUHI
31.944,705	112,725	113,000	19,000	32.022,505	MEMENUHI	32.140,829	113,418	114,000	19,000	32.305,890	MEMENUHI	114,000	19,000	32.305,890	27,833	MEMENUHI
54.639,469	192,810	193,000	19,000	54.693,305	MEMENUHI	54.848,732	193,548	194,000	19,000	54.976,690	MEMENUHI	194,000	19,000	54.976,690	27,833	MEMENUHI
-54.032,653	-190,669	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	-53.823,390	-189,930	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	74,667	MEMENUHI
20.135,337	71,053	72,000	19,000	20.403,720	MEMENUHI	20.344,601	71,791	72,000	19,000	20.403,720	MEMENUHI	72,000	19,000	20.403,720	27,833	MEMENUHI
22.684,227	80,047	81,000	19,000	22.954,185	MEMENUHI	22.897,032	80,798	81,000	19,000	22.954,185	MEMENUHI	81,000	19,000	22.954,185	37,200	MEMENUHI
31.719,634	111,931	112,000	19,000	31.739,120	MEMENUHI	31.932,439	112,682	113,000	19,000	32.022,505	MEMENUHI	113,000	19,000	32.022,505	74,667	MEMENUHI
21.374,296	75,425	76,000	19,000	21.537,260	MEMENUHI	21.587,101	76,176	77,000	19,000	21.820,645	MEMENUHI	77,000	19,000	21.820,645	27,833	MEMENUHI
1.095.350,392	3.865,238	3.866,000	19,000	1.095.566,410	MEMENUHI	1.095.572,987	3.866,023	3.867,000	19,000	1.095.849,795	MEMENUHI	3.867,000	19,000	1.095.849,795	27,833	MEMENUHI
30.759,349	108,543	109,000	19,000	30.888,965	MEMENUHI	30.981,943	109,328	110,000	19,000	31.172,350	MEMENUHI	110,000	19,000	31.172,350	74,667	MEMENUHI
21.168,663	74,699	75,000	19,000	21.253,875	MEMENUHI	21.391,257	75,485	76,000	19,000	21.537,260	MEMENUHI	76,000	19,000	21.537,260	27,833	MEMENUHI
-1.945,422	-6,865	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	-1.710,911	-6,037	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	37,200	MEMENUHI
-2.516,992	-8,882	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	-2.282,481	-8,054	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	51,250	MEMENUHI
22.298,394	78,686	79,000	19,000	22.387,415	MEMENUHI	22.532,905	79,513	80,000	19,000	22.670,800	MEMENUHI	80,000	19,000	22.670,800	37,200	MEMENUHI
24.595,718	86,793	87,000	19,000	24.654,495	MEMENUHI	24.836,364	87,642	88,000	19,000	24.937,880	MEMENUHI	88,000	19,000	24.937,880	37,200	MEMENUHI
#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	51,250	MEMENUHI
22.805,995	80,477	81,000	19,000	22.954,185	MEMENUHI	23.046,641	81,326	82,000	19,000	23.237,570	MEMENUHI	82,000	19,000	23.237,570	37,200	MEMENUHI
18.944,371	66,850	67,000	19,000	18.986,795	MEMENUHI	19.131,395	67,510	68,000	19,000	19.270,180	MEMENUHI	68,000	19,000	19.270,180	27,833	MEMENUHI
#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	74,667	MEMENUHI
19.732,486	69,631	70,000	19,000	19.836,950	MEMENUHI	19.919,511	70,291	71,000	19,000	20.120,335	MEMENUHI	71,000	19,000	20.120,335	27,833	MEMENUHI

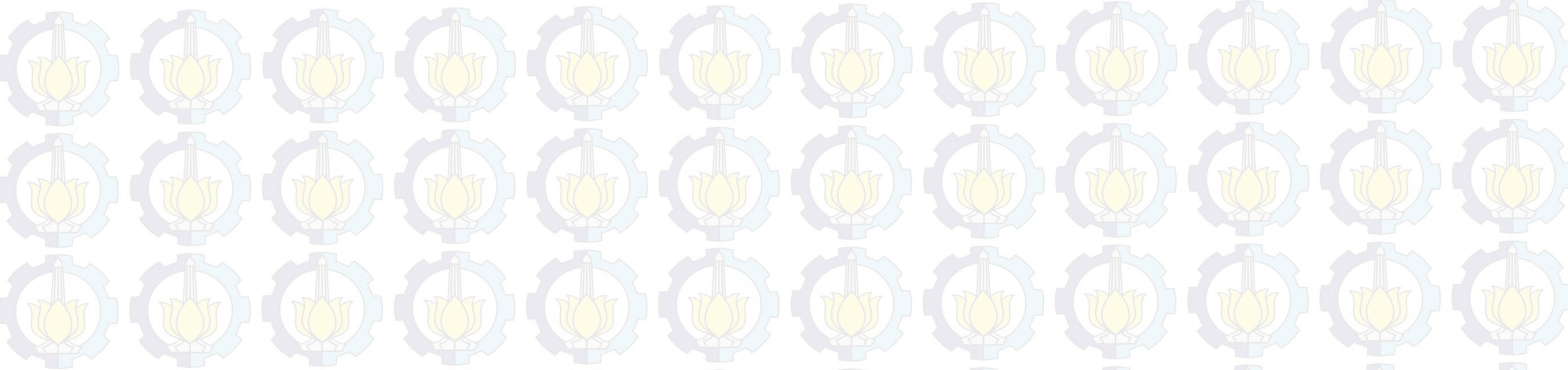


Tarik 2 Lapis		Ket	Tekan 1 Lapis		Ket	As Pasang	As' Pasang	Cek						Tekan Beton
Smaks	Ket		Smaks	Ket				M Len Tump +	(1/3) M Len Tump -	Ket	As Tarik	As Tekan	a	Cc'
mm			mm			mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	N
86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
51,250	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	1.983,695	566,770	566,770	661,232	TIDAK MEMENUHI	1.983,695	566,770	59,463	606.527,532
121,500	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	1.416,925	566,770	566,770	472,308	MEMENUHI	1.416,925	566,770	37,237	379.819,532
51,250	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	1.983,695	566,770	566,770	661,232	TIDAK MEMENUHI	1.983,695	566,770	59,463	606.527,532
51,250	MEMENUHI	1 LAPIS	-16,619	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	1.983,695	33.722,815	33.722,815	661,232	MEMENUHI	1.983,695	33.722,815	44,730	456.249,850
262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-18,342	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	1.133,540	121.288,780	121.288,780	377,847	MEMENUHI	1.133,540	121.288,780	-181,478	-1.851.070,820
51,250	MEMENUHI	1 LAPIS	-16,513	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	1.983,695	32.305,890	32.305,890	661,232	MEMENUHI	1.983,695	32.305,890	46,120	470.419,100
51,250	MEMENUHI	1 LAPIS	-17,544	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	1.983,695	54.976,690	54.976,690	661,232	MEMENUHI	1.983,695	54.976,690	-8,446	-86.149,040
262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	1.133,540	566,770	566,770	377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	42,230	430.745,200
51,250	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,042	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	1.983,695	20.403,720	20.403,720	661,232	MEMENUHI	1.983,695	20.403,720	76,092	776.134,838
74,667	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,488	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	1.700,310	22.954,185	22.954,185	566,770	MEMENUHI	1.700,310	22.954,185	64,878	661.760,652
262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-16,491	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	1.133,540	32.022,505	32.022,505	377,847	MEMENUHI	1.133,540	32.022,505	42,098	429.399,121
51,250	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,303	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	1.983,695	21.820,645	21.820,645	661,232	MEMENUHI	1.983,695	21.820,645	76,188	777.112,516
51,250	MEMENUHI	1 LAPIS	-18,927	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	1.983,695	1.095.849,795	1.095.849,795	661,232	MEMENUHI	1.983,695	1.095.849,795	-2.608,114	-26.602.766,875
262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-16,422	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	1.133,540	31.172,350	31.172,350	377,847	MEMENUHI	1.133,540	31.172,350	44,453	453.416,000
51,250	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,253	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	1.983,695	21.537,260	21.537,260	661,232	MEMENUHI	1.983,695	21.537,260	77,792	793.478,000
74,667	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	1.700,310	566,770	566,770	566,770	MEMENUHI	1.700,310	566,770	48,350	493.173,532
121,500	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	1.416,925	566,770	566,770	472,308	MEMENUHI	1.416,925	566,770	37,237	379.819,532
74,667	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,443	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	1.700,310	22.670,800	22.670,800	566,770	MEMENUHI	1.700,310	22.670,800	66,679	680.124,000
74,667	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,770	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	1.700,310	24.937,880	24.937,880	566,770	MEMENUHI	1.700,310	24.937,880	61,789	630.248,240
121,500	MEMENUHI	1 LAPIS	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	1.416,925	#VALUE!	#VALUE!	472,308	#VALUE!	1.416,925	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
74,667	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,531	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	1.700,310	23.237,570	23.237,570	566,770	MEMENUHI	1.700,310	23.237,570	66,679	680.124,000
51,250	MEMENUHI	1 LAPIS	-14,806	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	1.983,695	19.270,180	19.270,180	661,232	MEMENUHI	1.983,695	19.270,180	77,792	793.478,000
262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	1.133,540	#VALUE!	#VALUE!	377,847	#VALUE!	1.133,540	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
51,250	MEMENUHI	1 LAPIS	-14,986	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	1.983,695	20.120,335	20.120,335	661,232	MEMENUHI	1.983,695	20.120,335	77,792	793.478,000



			Tulangan Lentur Menggunakan Tekan											
Tek Tul Rang	Mom Nom	Kontrol	Tulangan Lentur Tekan dan Tarik											
Cs'	Mn	Perenc	Cc' Max	As Max	Mn Max	Kontrol	Ket	Mns = Mn - MnC	Cs Perlu	fs'	Ket	As'	Tul Pakai	
N	(N.mm)		N										n	d
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115
186.950,468	320.370.386,199	OK	1.718.610,750	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-366.801.332,360	-962.733,156	419,902	OK	-2.570,716	2,000	#NUM!
186.950,468	231.466.922,510	OK	<b>1.718.610,750</b>	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-461.633.014,360	-1.211.635,208	419,902	OK	-3.235,341	2,000	#NUM!
186.950,468	320.370.386,199	OK	<b>1.718.610,750</b>	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-343.451.611,110	-901.447,798	419,902	OK	-2.407,070	2,000	#NUM!
337.228,150	319.257.870,074	OK	1.718.610,750	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-368.789.013,610	-967.950,167	419,902	OK	-2.584,647	2,000	#NUM!
2.304.486,820	-105.351.099,195	TIDAK OK	<b>1.718.610,750</b>	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-471.251.196,235	-1.236.879,780	419,902	OK	-3.302,750	2,000	#NUM!
323.058,900	319.457.302,997	OK	<b>1.718.610,750</b>	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-360.562.444,860	-946.358,123	419,902	OK	-2.526,991	2,000	#NUM!
879.627,040	296.825.443,400	OK	1.718.610,750	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-369.680.548,610	-970.290,154	419,902	OK	-2.590,895	2,000	#NUM!
22.670,800	189.285.667,394	OK	<b>1.718.610,750</b>	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-470.416.382,235	-1.234.688,667	419,902	OK	-3.296,899	2,000	#NUM!
17.343,162	318.966.450,334	OK	<b>1.718.610,750</b>	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-361.017.032,360	-947.551,266	419,902	OK	-2.530,177	2,000	#NUM!
18.363,348	277.034.985,121	OK	1.718.610,750	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-385.387.446,110	-1.011.515,607	419,902	OK	-2.700,976	2,000	#NUM!
24.016,879	189.262.331,688	OK	<b>1.718.610,750</b>	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-471.021.205,860	-1.236.276,131	419,902	OK	-3.301,138	2,000	#NUM!
16.365,484	318.950.182,182	OK	<b>1.718.610,750</b>	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-373.467.257,360	-980.229,022	419,902	OK	-2.617,434	2,000	#NUM!
27.396.244,875	-35.972.079.187,808	TIDAK OK	1.718.610,750	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-380.577.241,110	-998.890,397	419,902	OK	-2.667,264	2,000	#NUM!
0,000	189.651.999,517	OK	<b>1.718.610,750</b>	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-470.755.442,360	-1.235.578,589	419,902	OK	-3.299,275	2,000	#NUM!
0,000	318.663.954,270	OK	<b>1.718.610,750</b>	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-377.577.134,860	-991.016,102	419,902	OK	-2.646,238	2,000	#NUM!
186.950,468	276.548.513,635	OK	1.718.610,750	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-397.500.831,110	-1.043.309,268	419,902	OK	-2.785,873	2,000	#NUM!
186.950,468	231.466.922,510	OK	<b>1.718.610,750</b>	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-463.779.030,735	-1.217.267,797	419,902	OK	-3.250,381	2,000	#NUM!
0,000	276.919.687,913	OK	<b>1.718.610,750</b>	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-388.553.034,860	-1.019.824,238	419,902	OK	-2.723,162	2,000	#NUM!
49.875,760	277.155.796,436	OK	1.718.610,750	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-392.130.751,110	-1.029.214,570	419,902	OK	-2.748,237	2,000	#NUM!
#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	<b>1.718.610,750</b>	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-463.395.191,860	-1.216.260,346	419,902	OK	-3.247,691	2,000	#NUM!
0,000	276.919.687,913	OK	<b>1.718.610,750</b>	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-393.484.632,360	-1.032.768,064	419,902	OK	-2.757,725	2,000	#NUM!
0,000	318.663.954,270	OK	1.718.610,750	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-355.967.026,110	-934.296,656	419,902	OK	-2.494,784	2,000	#NUM!
#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	<b>1.718.610,750</b>	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-465.086.952,485	-1.220.700,663	419,902	OK	-3.259,548	2,000	#NUM!
0,000	318.663.954,270	OK	<b>1.718.610,750</b>	4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-363.623.962,360	-954.393,602	419,902	OK	-2.548,448	2,000	#NUM!





	As' Pasang	Kontrol	T = Cc Max + Cs	As Perlu	Tul Pakai			As Pasang	Kontrol	M	ρ Min	ρ Balance	ρ Max	Rn	ρ Perlu	ρ Min ≤ ρ Perlu ≤ ρ Max
d dibulatkan					n	d	d dibulatkan							N / mm <sup>2</sup>		
116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
4,000	25,120	MEMENUHI	755.877,594	1.889,694	4,000	24,532	20,000	1.256,000	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	3,163	0,008	MEMENUHI
4,000	25,120	MEMENUHI	506.975,542	1.267,439	3,000	23,199	17,000	680,595	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,941	0,005	MEMENUHI
4,000	25,120	MEMENUHI	817.162,952	2.042,907	4,000	25,507	20,000	1.256,000	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	3,463	0,009	MEMENUHI
4,000	25,120	MEMENUHI	750.660,583	1.876,651	4,000	24,447	20,000	1.256,000	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	3,137	0,008	MEMENUHI
4,000	25,120	MEMENUHI	481.730,970	1.204,327	3,000	22,614	17,000	680,595	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,817	0,005	MEMENUHI
4,000	25,120	MEMENUHI	772.252,627	1.930,632	4,000	24,796	20,000	1.256,000	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	3,243	0,009	MEMENUHI
4,000	25,120	MEMENUHI	748.320,596	1.870,801	4,000	24,409	20,000	1.256,000	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	3,125	0,008	MEMENUHI
4,000	25,120	MEMENUHI	483.922,083	1.209,805	3,000	22,665	17,000	680,595	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,828	0,005	MEMENUHI
4,000	25,120	MEMENUHI	771.059,484	1.927,649	4,000	24,777	20,000	1.256,000	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	3,237	0,009	MEMENUHI
4,000	25,120	MEMENUHI	707.095,143	1.767,738	4,000	23,727	20,000	1.256,000	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,923	0,008	MEMENUHI
4,000	25,120	MEMENUHI	482.334,619	1.205,837	3,000	22,628	17,000	680,595	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,820	0,005	MEMENUHI
4,000	25,120	MEMENUHI	738.381,728	1.845,954	4,000	24,246	20,000	1.256,000	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	3,077	0,008	MEMENUHI
4,000	25,120	MEMENUHI	719.720,353	1.799,301	4,000	23,938	20,000	1.256,000	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,985	0,008	MEMENUHI
4,000	25,120	MEMENUHI	483.032,161	1.207,580	3,000	22,644	17,000	680,595	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,823	0,005	MEMENUHI
4,000	25,120	MEMENUHI	727.594,648	1.818,987	4,000	24,069	20,000	1.256,000	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	3,024	0,008	MEMENUHI
4,000	25,120	MEMENUHI	675.301,482	1.688,254	4,000	23,188	20,000	1.256,000	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,767	0,007	MEMENUHI
4,000	25,120	MEMENUHI	501.342,953	1.253,357	3,000	23,070	17,000	680,595	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,913	0,005	MEMENUHI
4,000	25,120	MEMENUHI	698.786,512	1.746,966	4,000	23,587	20,000	1.256,000	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,882	0,008	MEMENUHI
4,000	25,120	MEMENUHI	689.396,180	1.723,490	4,000	23,428	20,000	1.256,000	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,836	0,008	MEMENUHI
4,000	25,120	MEMENUHI	502.350,404	1.255,876	3,000	23,093	17,000	680,595	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,918	0,005	MEMENUHI
4,000	25,120	MEMENUHI	685.842,686	1.714,607	4,000	23,368	20,000	1.256,000	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,819	0,007	MEMENUHI
4,000	25,120	MEMENUHI	784.314,094	1.960,785	4,000	24,989	20,000	1.256,000	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	3,302	0,009	MEMENUHI
4,000	25,120	MEMENUHI	497.910,087	1.244,775	3,000	22,991	17,000	680,595	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,896	0,005	MEMENUHI
4,000	25,120	MEMENUHI	764.217,148	1.910,543	4,000	24,667	20,000	1.256,000	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	3,203	0,009	MEMENUHI





			Tul Tarik						Tul Tarik + Puntir						Kes Tul Tarik	
ρ Min < ρ Perlu	ρ Perlu < ρ Max	ρ Digunakan	As Perlu	n	n Dibulatkan	Diameter	As Pasang	Kontrol	As + ( Al / 4 )	n	n Dibulatkan	Diameter	As Pasang	Kontrol	n	Diameter
			mm <sup>2</sup>	Buah	Buah	mm	mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	Buah	Buah	mm	mm <sup>2</sup>		Buah	mm
133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149
MEMENUHI	MEMENUHI	0,008	1.492,198	5,266	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	1.692,777	5,973	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	6,000	19,000
MEMENUHI	MEMENUHI	0,005	890,149	3,141	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	1.090,728	3,849	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000
MEMENUHI	MEMENUHI	0,009	1.646,235	5,809	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	1.846,815	6,517	7,000	19,000	1.983,695	MEMENUHI	7,000	19,000
MEMENUHI	MEMENUHI	0,008	1.479,197	5,220	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	1.675,321	5,912	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	6,000	19,000
MEMENUHI	MEMENUHI	0,005	831,033	2,933	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	1.027,157	3,625	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000
MEMENUHI	MEMENUHI	0,009	1.533,116	5,410	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	1.729,240	6,102	7,000	19,000	1.983,695	MEMENUHI	7,000	19,000
MEMENUHI	MEMENUHI	0,008	1.473,372	5,199	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	1.682,635	5,938	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	6,000	19,000
MEMENUHI	MEMENUHI	0,005	836,151	2,951	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	1.045,414	3,689	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000
MEMENUHI	MEMENUHI	0,009	1.530,129	5,399	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	1.739,392	6,138	7,000	19,000	1.983,695	MEMENUHI	7,000	19,000
MEMENUHI	MEMENUHI	0,008	1.371,305	4,839	5,000	19,000	1.416,925	MEMENUHI	1.584,110	5,590	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	6,000	19,000
MEMENUHI	MEMENUHI	0,005	832,443	2,937	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	1.045,248	3,688	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000
MEMENUHI	MEMENUHI	0,008	1.448,668	5,112	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	1.661,473	5,863	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	6,000	19,000
MEMENUHI	MEMENUHI	0,008	1.402,450	4,949	5,000	19,000	1.416,925	MEMENUHI	1.625,045	5,734	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	6,000	19,000
MEMENUHI	MEMENUHI	0,005	834,072	2,943	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	1.056,666	3,729	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000
MEMENUHI	MEMENUHI	0,008	1.421,926	5,018	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	1.644,520	5,803	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	6,000	19,000
MEMENUHI	MEMENUHI	0,007	1.293,306	4,564	5,000	19,000	1.416,925	MEMENUHI	1.527,817	5,391	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	6,000	19,000
MEMENUHI	MEMENUHI	0,005	876,930	3,094	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	1.111,441	3,922	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000
MEMENUHI	MEMENUHI	0,008	1.350,862	4,767	5,000	19,000	1.416,925	MEMENUHI	1.585,373	5,594	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	6,000	19,000
MEMENUHI	MEMENUHI	0,008	1.327,809	4,686	5,000	19,000	1.416,925	MEMENUHI	1.568,455	5,535	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	6,000	19,000
MEMENUHI	MEMENUHI	0,005	879,293	3,103	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	1.119,939	3,952	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000
MEMENUHI	MEMENUHI	0,007	1.319,099	4,655	5,000	19,000	1.416,925	MEMENUHI	1.559,745	5,504	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	6,000	19,000
MEMENUHI	MEMENUHI	0,009	1.563,366	5,517	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	1.750,390	6,177	7,000	19,000	1.983,695	MEMENUHI	7,000	19,000
MEMENUHI	MEMENUHI	0,005	868,881	3,066	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	1.055,906	3,726	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000
MEMENUHI	MEMENUHI	0,009	1.513,015	5,339	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	1.700,040	5,999	6,000	19,000	1.700,310	MEMENUHI	6,000	19,000



TULANGAN LENTUR TUNGGAL																	
	Tul Tekan	Tul Tekan + Puntir						Kes Tul Tekan			Tarik 1 Lapis		Tarik 2 Lapis		Ket	Tekan 1 Lapis	
As Pasang	As' Pertu	As' + ( AI / 4 )	n	n Dibulatkan	Diameter	As' Pakai	Kontrol	n	Diameter	As' Pasang	Smaks	Ket	Smaks	Ket		Smaks	Ket
mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	Buah	Buah	mm	mm <sup>2</sup>		Buah	mm	mm <sup>2</sup>	mm		mm			mm	
150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167
1.700,310	0,000	200,580	0,708	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	37,200	MEMENUHI	74,667	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI
1.133,540	0,000	200,580	0,708	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	74,667	MEMENUHI	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI
1.983,695	0,000	200,580	0,708	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	27,833	MEMENUHI	51,250	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI
1.700,310	0,000	196,124	0,692	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	37,200	MEMENUHI	74,667	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI
1.133,540	0,000	196,124	0,692	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	74,667	MEMENUHI	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI
1.983,695	0,000	196,124	0,692	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	27,833	MEMENUHI	51,250	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI
1.700,310	0,000	209,263	0,738	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	37,200	MEMENUHI	74,667	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI
1.133,540	0,000	209,263	0,738	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	74,667	MEMENUHI	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI
1.983,695	0,000	209,263	0,738	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	27,833	MEMENUHI	51,250	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI
1.700,310	0,000	212,805	0,751	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	37,200	MEMENUHI	74,667	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI
1.133,540	0,000	212,805	0,751	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	74,667	MEMENUHI	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI
1.700,310	0,000	212,805	0,751	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	37,200	MEMENUHI	74,667	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI
1.700,310	0,000	222,595	0,785	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	37,200	MEMENUHI	74,667	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI
1.133,540	0,000	222,595	0,785	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	74,667	MEMENUHI	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI
1.700,310	0,000	222,595	0,785	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	37,200	MEMENUHI	74,667	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI
1.700,310	0,000	234,511	0,828	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	37,200	MEMENUHI	74,667	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI
1.133,540	0,000	234,511	0,828	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	74,667	MEMENUHI	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI
1.700,310	0,000	234,511	0,828	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	37,200	MEMENUHI	74,667	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI
1.700,310	0,000	240,647	0,849	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	37,200	MEMENUHI	74,667	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI
1.133,540	0,000	240,647	0,849	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	74,667	MEMENUHI	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI
1.700,310	0,000	240,647	0,849	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	37,200	MEMENUHI	74,667	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI
1.983,695	0,000	187,024	0,660	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	27,833	MEMENUHI	51,250	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI
1.133,540	0,000	187,024	0,660	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	74,667	MEMENUHI	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI
1.700,310	0,000	187,024	0,660	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	37,200	MEMENUHI	74,667	MEMENUHI	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI



													Mon		
Ket	As Pasang	As' Pasang	Cek			Cek Rangkap									
			M Len Tump +	(1/3) M Len Tump -	Ket	As Tarik	As Tekan	a	Cc'	Cs'	Mn	Perenc	As Pasang	As' Pasang	a
	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	N	N	(N.mm)		mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm
168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183
1 LAPIS	1.700,310	566,770	566,770	566,770	TIDAK MEMENUHI	1.700,310	566,770	44,453	453.416,000	226.708,000	276.027.747,517	OK	1.700,310	566,770	44,453
1 LAPIS	1.133,540	566,770	566,770	377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	22,226	226.708,000	226.708,000	183.721.184,879	OK			
1 LAPIS	1.983,695	566,770	566,770	661,232	TIDAK MEMENUHI	1.983,695	566,770	55,566	566.770,000	226.708,000	320.291.450,995	OK			
1 LAPIS	1.700,310	566,770	566,770	566,770	TIDAK MEMENUHI	1.700,310	566,770	44,453	453.416,000	226.708,000	276.027.747,517	OK	1.700,310	566,770	44,453
1 LAPIS	1.133,540	566,770	566,770	377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	22,226	226.708,000	226.708,000	183.721.184,879	OK			
1 LAPIS	1.983,695	566,770	566,770	661,232	TIDAK MEMENUHI	1.983,695	566,770	55,566	566.770,000	226.708,000	320.291.450,995	OK			
1 LAPIS	1.700,310	566,770	566,770	566,770	TIDAK MEMENUHI	1.700,310	566,770	44,453	453.416,000	226.708,000	276.027.747,517	OK	1.700,310	566,770	44,453
1 LAPIS	1.133,540	566,770	566,770	377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	22,226	226.708,000	226.708,000	183.721.184,879	OK			
1 LAPIS	1.983,695	566,770	566,770	661,232	TIDAK MEMENUHI	1.983,695	566,770	55,566	566.770,000	226.708,000	320.291.450,995	OK			
1 LAPIS	1.700,310	566,770	566,770	566,770	TIDAK MEMENUHI	1.700,310	566,770	44,453	453.416,000	226.708,000	276.027.747,517	OK	1.700,310	566,770	44,453
1 LAPIS	1.133,540	566,770	566,770	377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	22,226	226.708,000	226.708,000	183.721.184,879	OK			
1 LAPIS	1.983,695	566,770	566,770	661,232	TIDAK MEMENUHI	1.983,695	566,770	55,566	566.770,000	226.708,000	320.291.450,995	OK			
1 LAPIS	1.700,310	566,770	566,770	566,770	TIDAK MEMENUHI	1.700,310	566,770	44,453	453.416,000	226.708,000	276.027.747,517	OK	1.700,310	566,770	44,453
1 LAPIS	1.133,540	566,770	566,770	377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	22,226	226.708,000	226.708,000	183.721.184,879	OK			
1 LAPIS	1.983,695	566,770	566,770	661,232	TIDAK MEMENUHI	1.983,695	566,770	55,566	566.770,000	226.708,000	320.291.450,995	OK			
1 LAPIS	1.700,310	566,770	566,770	566,770	TIDAK MEMENUHI	1.700,310	566,770	44,453	453.416,000	226.708,000	276.027.747,517	OK	1.700,310	566,770	44,453
1 LAPIS	1.133,540	566,770	566,770	377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	22,226	226.708,000	226.708,000	183.721.184,879	OK			
1 LAPIS	1.983,695	566,770	566,770	661,232	TIDAK MEMENUHI	1.983,695	566,770	55,566	566.770,000	226.708,000	320.291.450,995	OK			
1 LAPIS	1.700,310	566,770	566,770	566,770	TIDAK MEMENUHI	1.700,310	566,770	44,453	453.416,000	226.708,000	276.027.747,517	OK	1.983,695	566,770	55,566
1 LAPIS	1.133,540	566,770	566,770	377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	22,226	226.708,000	226.708,000	183.721.184,879	OK			
1 LAPIS	1.700,310	566,770	566,770	566,770	TIDAK MEMENUHI	1.700,310	566,770	44,453	453.416,000	226.708,000	276.027.747,517	OK			

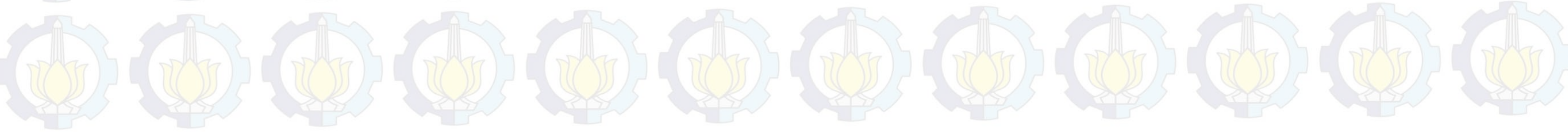


nen Nominal Kiri			Momen Nominal Kanan											Kuat Ges Beton	K
Cc'	Cs'	Mn Kiri	As Pasang	As' Pasang	a	Cc'	Cs'	Mn Kiri	Vu	Vu1	√fc'	25/3 Mpa	Syarat fc'	Vc	Vs Min
N	N	(N.mm)	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	N	N	(N.mm)	N	N				N	N
184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199
453.416,000	226.708,000	276.027.747,517	1.983,695	566,770	55,566	566.770,000	226.708,000	320.291.450,995	158.754,230	269.183,711	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333
									158.754,230	169.486,040	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333
									158.754,230	269.183,711	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333
453.416,000	226.708,000	276.027.747,517	1.983,695	566,770	55,566	566.770,000	226.708,000	320.291.450,995	163.904,230	274.333,711	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333
									163.904,230	172.728,633	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333
									163.904,230	274.333,711	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333
453.416,000	226.708,000	276.027.747,517	1.983,695	566,770	55,566	566.770,000	226.708,000	320.291.450,995	161.066,110	271.495,591	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333
									161.066,110	170.941,669	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333
									161.066,110	271.495,591	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333
453.416,000	226.708,000	276.027.747,517	1.700,310	566,770	44,453	453.416,000	226.708,000	276.027.747,517	164.071,330	266.303,829	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333
									164.071,330	167.672,781	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333
									164.071,330	266.303,829	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333
453.416,000	226.708,000	276.027.747,517	1.700,310	566,770	44,453	453.416,000	226.708,000	276.027.747,517	161.756,600	263.989,099	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333
									161.756,600	166.215,359	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333
									161.756,600	263.989,099	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333
453.416,000	226.708,000	276.027.747,517	1.700,310	566,770	44,453	453.416,000	226.708,000	276.027.747,517	168.861,590	271.094,089	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333
									168.861,590	170.688,871	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333
									168.861,590	271.094,089	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333
453.416,000	226.708,000	276.027.747,517	1.700,310	566,770	44,453	453.416,000	226.708,000	276.027.747,517	167.809,170	270.041,669	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333
									167.809,170	170.026,236	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333
									167.809,170	270.041,669	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333
566.770,000	226.708,000	320.291.450,995	1.700,310	566,770	44,453	453.416,000	226.708,000	276.027.747,517	160.265,390	270.694,871	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333
									160.265,390	170.437,512	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333
									160.265,390	270.694,871	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333





Tul Ges Tul Ges		Kondisi 1			Tidak Per Tul Geser	Kondisi 2					Tul Geser Minimum	Kondisi 3					Tul Geser Minimum
Vs Max	2Vs Max	Vu	≤	0,5 x Ø x VC	Ket	0,5 x Ø x VC	≤	Vu	≤	Ø x VC	Ket	Ø x VC	≤	Vu	≤	Ø x ( VC + Vs Min )	Ket
N	N	N		N		N		N		N		N		N		N	
200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217
321.695,715	643.391,431	269.183,711	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	269.183,711	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	269.183,711	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI
321.695,715	643.391,431	169.486,040	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	169.486,040	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	169.486,040	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI
321.695,715	643.391,431	269.183,711	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	269.183,711	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	269.183,711	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI
321.695,715	643.391,431	274.333,711	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	274.333,711	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	274.333,711	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI
321.695,715	643.391,431	172.728,633	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	172.728,633	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	172.728,633	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI
321.695,715	643.391,431	274.333,711	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	274.333,711	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	274.333,711	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI
321.695,715	643.391,431	271.495,591	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	271.495,591	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	271.495,591	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI
321.695,715	643.391,431	170.941,669	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	170.941,669	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	170.941,669	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI
321.695,715	643.391,431	271.495,591	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	271.495,591	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	271.495,591	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI
321.695,715	643.391,431	266.303,829	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	266.303,829	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	266.303,829	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI
321.695,715	643.391,431	167.672,781	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	167.672,781	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	167.672,781	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI
321.695,715	643.391,431	266.303,829	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	266.303,829	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	266.303,829	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI
321.695,715	643.391,431	263.989,099	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	263.989,099	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	263.989,099	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI
321.695,715	643.391,431	166.215,359	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	166.215,359	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	166.215,359	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI
321.695,715	643.391,431	263.989,099	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	263.989,099	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	263.989,099	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI
321.695,715	643.391,431	271.094,089	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	271.094,089	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	271.094,089	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI
321.695,715	643.391,431	170.688,871	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	170.688,871	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	170.688,871	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI
321.695,715	643.391,431	271.094,089	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	271.094,089	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	271.094,089	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI
321.695,715	643.391,431	270.041,669	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	270.041,669	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	270.041,669	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI
321.695,715	643.391,431	170.026,236	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	170.026,236	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	170.026,236	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI
321.695,715	643.391,431	270.041,669	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	270.041,669	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	270.041,669	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI
321.695,715	643.391,431	270.694,871	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	270.694,871	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	270.694,871	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI
321.695,715	643.391,431	170.437,512	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	170.437,512	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	170.437,512	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI
321.695,715	643.391,431	270.694,871	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	270.694,871	≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	270.694,871	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI





TULANGAN GESER															
Kondisi 4				Perlu Tul Geset		Kondisi 5				Perlu Tul Geset		Kondisi 6			Perbesar Penamp
Ø x ( VC + Vs Min )	≤	Vu	≤	Ø x ( VC + Vs Max )	Ket	Ø x ( VC + Vs Max )	≤	Vu	≤	Ø x ( VC + 2Vs Max )	Ket	Vs	≥	2 Vs Max	Ket
N		N		N		N		N		N		N		N	
218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233
164.685,893	≤	269.183,711	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	269.183,711	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI
164.685,893	≤	169.486,040	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	169.486,040	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI
164.685,893	≤	269.183,711	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	269.183,711	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI
164.685,893	≤	274.333,711	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	274.333,711	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI
164.685,893	≤	172.728,633	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	172.728,633	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI
164.685,893	≤	274.333,711	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	274.333,711	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI
164.685,893	≤	271.495,591	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	271.495,591	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI
164.685,893	≤	170.941,669	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	170.941,669	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI
164.685,893	≤	271.495,591	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	271.495,591	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI
164.685,893	≤	266.303,829	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	266.303,829	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI
164.685,893	≤	167.672,781	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	167.672,781	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI
164.685,893	≤	266.303,829	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	266.303,829	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI
164.685,893	≤	263.989,099	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	263.989,099	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI
164.685,893	≤	166.215,359	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	166.215,359	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI
164.685,893	≤	263.989,099	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	263.989,099	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI
164.685,893	≤	271.094,089	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	271.094,089	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI
164.685,893	≤	170.688,871	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	170.688,871	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI
164.685,893	≤	271.094,089	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	271.094,089	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI
164.685,893	≤	270.041,669	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	270.041,669	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI
164.685,893	≤	170.026,236	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	170.026,236	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI
164.685,893	≤	270.041,669	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	270.041,669	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI
164.685,893	≤	270.694,871	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	270.694,871	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI
164.685,893	≤	170.437,512	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	170.437,512	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI
164.685,893	≤	270.694,871	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680	≤	270.694,871	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI

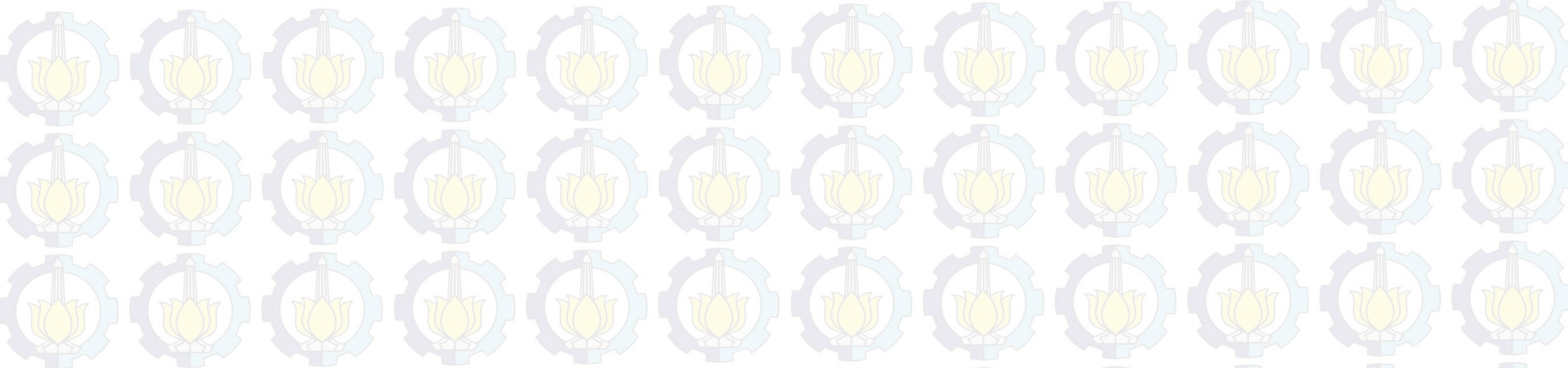


Ket Kondisi					Jarak Tul Ges		Kontrol Jarak Spasi Tulangan Geser								Kes Tul Geser			
Kondisi	Ket	Vs Perlu	n Rencana	Av Perlu	S Perlu	S Pakai	S Max	≤	d / 2	Ket	S Max	≤	600,000	Ket	Ø	Jarak	S Pakai	
		N		mm <sup>2</sup>	mm	mm												
234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	198.063,757	2,000	157,000	111,735	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	65.133,529	2,000	157,000	339,775	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	198.063,757	2,000	157,000	111,735	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	204.930,424	2,000	157,000	107,991	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	69.456,986	2,000	157,000	318,625	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	204.930,424	2,000	157,000	107,991	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	201.146,264	2,000	157,000	110,023	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	67.074,367	2,000	157,000	329,943	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	201.146,264	2,000	157,000	110,023	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	194.223,914	2,000	157,000	113,944	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	62.715,851	2,000	157,000	352,873	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	194.223,914	2,000	157,000	113,944	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	191.137,608	2,000	157,000	115,784	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	60.772,621	2,000	157,000	364,156	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	191.137,608	2,000	157,000	115,784	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	200.610,928	2,000	157,000	110,317	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	66.737,303	2,000	157,000	331,609	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	200.610,928	2,000	157,000	110,317	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	199.207,701	2,000	157,000	111,094	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	65.853,790	2,000	157,000	336,058	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	199.207,701	2,000	157,000	111,094	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	200.078,637	2,000	157,000	110,610	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	66.402,158	2,000	157,000	333,283	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	
4,000	PERLU TULANGAN GESER	200.078,637	2,000	157,000	110,610	100,000	100,000	≤	220,250	MEMENUHI	100,000	≤	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	

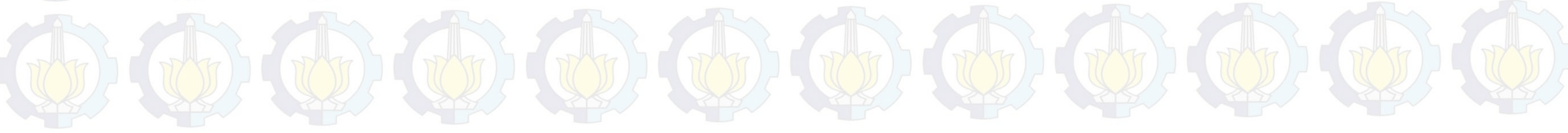


Cek Persyaratan SRPMM untuk Ketahanan Geser															Kes Tul Geser		Penyalu			
≤	d/4	Ket	S Pakai	≤	8 x D Lent	Ket	S Pakai	≤	24 x Seng	Ket	S Pakai	≤	300,000	Ket	Ø	Jarak	ψt	ψt	λ	Id
																				mm
252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321
≤	110,125	MEMENUHI	100,000	≤	152,000	MEMENUHI	100,000	≤	240,000	MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321





Panjang Penyaluran Tulangan																			
Panjang Penyaluran Tulangan Kondisi Tarik					Penyaluran Tulangan Berkait Kondisi Tarik							Penyaluran Tulangan Kondisi Tekan							
>	300,000	Keterangan	Idreduksi	Pembulatan	we	ldh	>	150,000	Keterangan	ldhreduksi	Pembulatan	l dc	l dc	l dc pakai	l dc reduksi	Pembulatan	Panjang Kait	dc	A
	mm		mm	mm		mm		mm			mm	mm	mm					mm	mm2
273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292
>	300,000	MEMENUHI	1.218,897	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	331,540	350,000	333,015	326,800	333,015	331,540	350,000	152,000	49,500	5.657,143
>	300,000	MEMENUHI	1.178,081	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	320,438	350,000	333,015	326,800	333,015	320,438	350,000	152,000	49,500	5.657,143
>	300,000	MEMENUHI	1.139,840	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	310,036	350,000	333,015	326,800	333,015	310,036	350,000	152,000	49,500	5.657,143
>	300,000	MEMENUHI	1.206,328	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	328,121	350,000	333,015	326,800	333,015	328,121	350,000	152,000	49,500	5.657,143
>	300,000	MEMENUHI	1.109,418	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	301,762	350,000	333,015	326,800	333,015	301,762	350,000	152,000	49,500	5.657,143
>	300,000	MEMENUHI	1.067,273	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	290,298	350,000	333,015	326,800	333,015	290,298	350,000	152,000	49,500	5.657,143
>	300,000	MEMENUHI	1.211,594	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	329,554	350,000	333,015	326,800	333,015	329,554	350,000	152,000	49,500	5.657,143
>	300,000	MEMENUHI	1.129,137	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	307,125	350,000	333,015	326,800	333,015	307,125	350,000	152,000	49,500	5.657,143
>	300,000	MEMENUHI	1.073,539	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	292,003	350,000	333,015	326,800	333,015	292,003	350,000	152,000	49,500	5.657,143
>	300,000	MEMENUHI	1.140,651	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	310,257	350,000	333,015	326,800	333,015	310,257	350,000	152,000	49,500	5.657,143
>	300,000	MEMENUHI	1.128,958	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	307,076	350,000	333,015	326,800	333,015	307,076	350,000	152,000	49,500	5.657,143
>	300,000	MEMENUHI	1.196,356	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	325,409	350,000	333,015	326,800	333,015	325,409	350,000	152,000	49,500	5.657,143
>	300,000	MEMENUHI	1.170,126	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	318,274	350,000	333,015	326,800	333,015	318,274	350,000	152,000	49,500	5.657,143
>	300,000	MEMENUHI	1.141,291	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	310,431	350,000	333,015	326,800	333,015	310,431	350,000	152,000	49,500	5.657,143
>	300,000	MEMENUHI	1.184,149	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	322,089	350,000	333,015	326,800	333,015	322,089	350,000	152,000	49,500	5.657,143
>	300,000	MEMENUHI	1.100,116	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	299,232	350,000	333,015	326,800	333,015	299,232	350,000	152,000	49,500	5.657,143
>	300,000	MEMENUHI	1.200,452	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	326,523	350,000	333,015	326,800	333,015	326,523	350,000	152,000	49,500	5.657,143
>	300,000	MEMENUHI	1.141,560	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	310,504	350,000	333,015	326,800	333,015	310,504	350,000	152,000	49,500	5.657,143
>	300,000	MEMENUHI	1.129,378	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	307,191	350,000	333,015	326,800	333,015	307,191	350,000	152,000	49,500	5.657,143
>	300,000	MEMENUHI	1.209,631	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	329,020	350,000	333,015	326,800	333,015	329,020	350,000	152,000	49,500	5.657,143
>	300,000	MEMENUHI	1.123,106	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	305,485	350,000	333,015	326,800	333,015	305,485	350,000	152,000	49,500	5.657,143
>	300,000	MEMENUHI	1.080,327	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	293,849	350,000	333,015	326,800	333,015	293,849	350,000	152,000	49,500	5.657,143
>	300,000	MEMENUHI	1.140,469	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	310,208	350,000	333,015	326,800	333,015	310,208	350,000	152,000	49,500	5.657,143
>	300,000	MEMENUHI	1.224,126	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	332,962	350,000	333,015	326,800	333,015	332,962	350,000	152,000	49,500	5.657,143





[illegible]



I. INPUT DATA

Fc'	=	30,000	Mpa	Mpa
Fy Len	=	400,000	Mpa	Mpa
Fy Gsr	=	320,000	Mpa	Mpa
Fy Pntr	=	400,000	Mpa	Mpa
Ø Seng	=	10,000	mm	mm
Ø Lntr	=	19,000	mm	mm
Ø Gsr	=	10,000	mm	
Ø Pntr	=	16,000	mm	
Btn Dec	=	40,000	mm	
β1	=	0,850	mm	
φ Lntr	=	0,800		
φ Pntr	=	0,750		
φ Gsr	=	0,750		
S agregat	=	25,000	mm	

DATA BALOK															
Lantai	TYPE	Frame	b	h	d	d'	Bentang	Acp	Pcp	Aoh	Ph	Letak	Tu	Tn	Vu
			mm	mm	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup>	mm	mm <sup>2</sup>	mm		(N.mm)	(N.mm)	N
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Memanjang	120,000	300,000	400,000	340,500	59,500	3.000,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Tump. Kiri	4.503.228,040	6.004.304,053	20.249,310
												Lapangan	4.503.228,040	6.004.304,053	20.249,310
												Tump. Kanan	4.503.228,040	6.004.304,053	20.249,310
	Memanjang	121,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Tump. Kiri	9.578.630,180	12.771.506,907	63.839,640
												Lapangan	9.578.630,180	12.771.506,907	63.839,640
												Tump. Kanan	9.578.630,180	12.771.506,907	63.839,640
	Memanjang	122,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Tump. Kiri	9.510.145,170	12.680.193,560	63.375,130
												Lapangan	9.510.145,170	12.680.193,560	63.375,130
												Tump. Kanan	9.510.145,170	12.680.193,560	63.375,130
	Memanjang	123,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Tump. Kiri	9.833.210,130	13.110.946,840	64.031,650
												Lapangan	9.833.210,130	13.110.946,840	64.031,650
												Tump. Kanan	9.833.210,130	13.110.946,840	64.031,650
	Memanjang	124,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Tump. Kiri	9.795.444,230	13.060.592,307	64.593,370
												Lapangan	9.795.444,230	13.060.592,307	64.593,370
												Tump. Kanan	9.795.444,230	13.060.592,307	64.593,370
	Memanjang	125,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Tump. Kiri	10.292.840,900	13.723.787,867	62.551,150
												Lapangan	10.292.840,900	13.723.787,867	62.551,150
												Tump. Kanan	10.292.840,900	13.723.787,867	62.551,150
	Memanjang	126,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Tump. Kiri	10.293.128,370	13.724.171,160	64.614,510
												Lapangan	10.293.128,370	13.724.171,160	64.614,510
												Tump. Kanan	10.293.128,370	13.724.171,160	64.614,510
	Memanjang	127,000	300,000	400,000	340,500	59,500	3.000,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Tump. Kiri	4.988.232,600	6.650.976,800	30.583,850
												Lapangan	4.988.232,600	6.650.976,800	30.583,850
												Tump. Kanan	4.988.232,600	6.650.976,800	30.583,850
	Memanjang	228,000	300,000	400,000	340,500	59,500	3.000,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Tump. Kiri	3.851.860,810	5.135.814,413	22.950,830
												Lapangan	3.851.860,810	5.135.814,413	22.950,830
												Tump. Kanan	3.851.860,810	5.135.814,413	22.950,830
												Tump. Kiri	9.256.293,030	12.341.724,040	62.202,080



TULANGAN PUNTIR									
φTu	φTu Max	KET	$\sqrt{((Vu/bw.d)^2+(Tu.Ph/(1,7*Aoh))^2)}$	$\Phi((Vc/(bw.d))+(2Vfc'/3))$	Cek Kecukupan Penampang	Ao	At/s	AI	AI Min
(N.mm)	(N.mm)					mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	0,680	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,170	141,061	543,592
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	0,680	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,170	141,061	543,592
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	0,680	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,170	141,061	543,592
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	1,517	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,361	300,044	384,609
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	1,517	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,361	300,044	384,609
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	1,517	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,361	300,044	384,609
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	1,506	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,358	297,899	386,754
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	1,506	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,358	297,899	386,754
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	1,506	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,358	297,899	386,754
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	1,552	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,370	308,019	376,634
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	1,552	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,370	308,019	376,634
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	1,552	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,370	308,019	376,634
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	1,549	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,369	306,836	377,817
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	1,549	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,369	306,836	377,817
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	1,549	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,369	306,836	377,817
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	1,607	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,388	322,417	362,237
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	1,607	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,388	322,417	362,237
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	1,607	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,388	322,417	362,237
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	1,615	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,388	322,426	362,228
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	1,615	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,388	322,426	362,228
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	1,615	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,388	322,426	362,228
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	0,780	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,188	156,253	528,400
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	0,780	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,188	156,253	528,400
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	0,780	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,188	156,253	528,400
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	0,600	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,145	120,657	563,996
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	0,600	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,145	120,657	563,996
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	0,600	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,145	120,657	563,996
3.521.073,584	14.084.294,336	PERLU TULANGAN PUNTIR	1,468	3,423	MEMENUHI	55.335,000	0,348	289,947	394,706



									TULANGAN LENTUR						
Kontrol	AI digunakan	AI / 4	2 x ( AI / 4 )	Tulangan Puntir Longitudinal			AS Pasang Puntir	Kontrol							
				n	n Dibulatkan	Diameter			Mu	Mn	Xb	X Max	X Min	X Rencana	Cc'
AI / AI Min	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>				mm <sup>2</sup>		(N.mm)	(N.mm)	mm	mm			N
27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
AI Min	543,592	135,898	271,796	1,352	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	47.190.470,000	58.988.087,500	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	543,592	135,898	271,796	1,352	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	7.352.858,540	9.191.073,175	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	543,592	135,898	271,796	1,352	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	47.190.470,000	58.988.087,500	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	384,609	96,152	192,304	0,957	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	75.784.288,000	94.730.360,000	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	384,609	96,152	192,304	0,957	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	31.632.884,800	39.541.106,000	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	384,609	96,152	192,304	0,957	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	80.697.128,000	100.871.410,000	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	386,754	96,689	193,377	0,962	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	80.269.357,000	100.336.696,250	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	386,754	96,689	193,377	0,962	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	29.553.509,050	36.941.886,313	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	386,754	96,689	193,377	0,962	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	80.269.357,000	100.336.696,250	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	376,634	94,159	188,317	0,937	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	79.685.754,000	99.607.192,500	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	376,634	94,159	188,317	0,937	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	30.049.556,440	37.561.945,550	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	376,634	94,159	188,317	0,937	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	79.956.431,000	99.945.538,750	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	377,817	94,454	188,909	0,940	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	82.645.132,000	103.306.415,000	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	377,817	94,454	188,909	0,940	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	31.159.447,070	38.949.308,838	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	377,817	94,454	188,909	0,940	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	82.645.132,000	103.306.415,000	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	362,237	90,559	181,118	0,901	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	80.093.553,000	100.116.941,250	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	362,237	90,559	181,118	0,901	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	29.467.141,900	36.833.927,375	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	362,237	90,559	181,118	0,901	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	80.093.553,000	100.116.941,250	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	362,228	90,557	181,114	0,901	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	80.764.518,000	100.955.647,500	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	362,228	90,557	181,114	0,901	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	31.853.998,790	39.817.498,488	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	362,228	90,557	181,114	0,901	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	80.764.518,000	100.955.647,500	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	528,400	132,100	264,200	1,315	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	54.829.606,000	68.537.007,500	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	528,400	132,100	264,200	1,315	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	10.341.800,450	12.927.250,563	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	528,400	132,100	264,200	1,315	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	55.643.673,000	69.554.591,250	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	563,996	140,999	281,998	1,403	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	45.020.177,000	56.275.221,250	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	563,996	140,999	281,998	1,403	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	6.801.787,350	8.502.234,188	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	563,996	140,999	281,998	1,403	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	45.020.177,000	56.275.221,250	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	394,706	98,676	197,353	0,982	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	77.840.757,000	97.300.946,250	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375



Asc	Mnc	Mns	KET	Cs' = T2	fs'	KET	fs' Pakai	es'	As' Perlu	Ass	As Perlu	Tul Pasang Tarik		Diameter	As Pasang
mm <sup>2</sup>	N.mm		R / T	N	Mpa		Mpa		mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	n	n dibulatkan	mm	mm <sup>2</sup>
43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
1.660,576	197.333.711,245	-138.345.623,745	TUNGGAL	-492.333,181	250,514	TIDAK LELEH	250,514	0,002	-2.188,012	-1.230,833	429,743	1,516	2,000	19,000	566,770
1.660,576	197.333.711,245	-188.142.638,070	TUNGGAL	-669.546,755	250,514	TIDAK LELEH	250,514	0,002	-2.975,579	-1.673,867	-13,291	-0,047	-1,000	19,000	-283,385
1.660,576	197.333.711,245	-138.345.623,745	TUNGGAL	-492.333,181	250,514	TIDAK LELEH	250,514	0,002	-2.188,012	-1.230,833	429,743	1,516	2,000	19,000	566,770
1.660,576	197.333.711,245	-102.603.351,245	TUNGGAL	-365.136,481	250,514	LELEH	10,000	0,002	23.557,192	-912,841	747,735	2,639	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-157.792.605,245	TUNGGAL	-561.539,520	250,514	LELEH	19,000	0,002	86.390,695	-1.403,849	256,727	0,906	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-96.462.301,245	TUNGGAL	-343.282,211	250,514	LELEH	10,000	0,002	22.147,239	-858,206	802,370	2,831	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-96.997.014,995	TUNGGAL	-345.185,107	250,514	LELEH	16,000	0,002	36.335,274	-862,963	797,613	2,815	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-160.391.824,932	TUNGGAL	-570.789,413	250,514	LELEH	40,000	0,002	-39.364,787	-1.426,974	233,602	0,824	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-96.997.014,995	TUNGGAL	-345.185,107	250,514	LELEH	0,850	0,002	14.003,453	-862,963	797,613	2,815	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-97.726.518,745	TUNGGAL	-347.781,205	250,514	LELEH	0,800	0,002	14.080,211	-869,453	791,123	2,792	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-159.771.765,695	TUNGGAL	-568.582,796	250,514	LELEH	0,750	0,002	22.973,042	-1.421,457	239,119	0,844	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-97.388.172,495	TUNGGAL	-346.577,126	250,514	LELEH	0,750	0,002	14.003,116	-866,443	794,133	2,802	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-94.027.296,245	TUNGGAL	-334.616,713	250,514	LELEH	25,000	0,002	669.233,425	-836,542	824,034	2,908	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-158.384.402,407	TUNGGAL	-563.645,560	250,514	LELEH	0,000	0,002	22.103,747	-1.409,114	251,462	0,887	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-94.027.296,245	TUNGGAL	-334.616,713	250,514	LELEH	0,000	0,002	13.122,224	-836,542	824,034	2,908	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-97.216.769,995	TUNGGAL	-345.967,153	250,514	TIDAK LELEH	250,514	0,002	-1.537,536	-864,918	795,658	2,808	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-160.499.783,870	TUNGGAL	-571.173,608	250,514	TIDAK LELEH	250,514	0,002	-2.538,392	-1.427,934	232,642	0,821	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-97.216.769,995	TUNGGAL	-345.967,153	250,514	LELEH	0,000	0,002	13.567,339	-864,918	795,658	2,808	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-96.378.063,745	TUNGGAL	-342.982,433	250,514	LELEH	2,000	0,002	14.594,997	-857,456	803,120	2,834	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-157.516.212,757	TUNGGAL	-560.555,917	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.401,390	259,186	0,915	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-96.378.063,745	TUNGGAL	-342.982,433	250,514	LELEH	0,000	0,002	13.450,292	-857,456	803,120	2,834	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-128.796.703,745	TUNGGAL	-458.351,259	250,514	LELEH	0,000	0,002	17.974,559	-1.145,878	514,698	1,816	2,000	19,000	566,770
1.660,576	197.333.711,245	-184.406.460,682	TUNGGAL	-656.250,750	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.640,627	19,949	0,070	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-127.779.119,995	TUNGGAL	-454.729,964	250,514	LELEH	0,000	0,002	17.832,548	-1.136,825	523,751	1,848	2,000	19,000	566,770
1.660,576	197.333.711,245	-141.058.489,995	TUNGGAL	-501.987,509	250,514	LELEH	0,000	0,002	19.685,785	-1.254,969	405,607	1,431	2,000	19,000	566,770
1.660,576	197.333.711,245	-188.831.477,057	TUNGGAL	-671.998,139	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.679,995	-19,419	-0,069	-1,000	19,000	-283,385
1.660,576	197.333.711,245	-141.058.489,995	TUNGGAL	-501.987,509	250,514	LELEH	0,000	0,002	19.685,785	-1.254,969	405,607	1,431	2,000	19,000	566,770
1.660,576	197.333.711,245	-100.032.764,995	TUNGGAL	-355.988,488	250,514	LELEH	0,000	0,002	13.960,333	-889,971	770,605	2,719	3,000	19,000	850,155



		Tul Pasang Tarik + Puntir Long					Kesimpulan Tul Tarik					Tul Pasang Tekan					
Kontrol	As + ( AI / 4 )	n	n Dibulatkan	Diameter	As Pasang	Kontrol	n	Diameter	As Pasang	As' Perlu	n	n Dibulatkan	Diameter	As' Pasang	Kontrol	As' + ( AI / 4 )	
	mm <sup>2</sup>	Buah	Buah	mm	mm <sup>2</sup>		Buah	mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>				mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	
59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	
MEMENUHI	565,641	1,996	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	-2.188,012	-7,721	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	-2.052,114	
DAK MEMENU	122,607	0,433	1,000	19,000	283,385	MEMENUHI	1,000	19,000	283,385	-2.975,579	-10,500	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	-2.839,681	
MEMENUHI	565,641	1,996	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	-2.188,012	-7,721	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	-2.052,114	
MEMENUHI	843,887	2,978	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	23.557,192	83,128	84,000	19,000	23.804,340	MEMENUHI	23.653,345	
MEMENUHI	352,879	1,245	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	86.390,695	304,853	305,000	19,000	86.432,425	MEMENUHI	86.486,848	
MEMENUHI	898,523	3,171	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	22.147,239	78,152	79,000	19,000	22.387,415	MEMENUHI	22.243,392	
MEMENUHI	894,302	3,156	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	36.335,274	128,219	129,000	19,000	36.556,665	MEMENUHI	36.431,963	
MEMENUHI	330,291	1,166	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	-39.364,787	-138,909	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	-39.268,099	
MEMENUHI	894,302	3,156	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	14.003,453	49,415	50,000	19,000	14.169,250	MEMENUHI	14.100,141	
MEMENUHI	885,281	3,124	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	14.080,211	49,686	50,000	19,000	14.169,250	MEMENUHI	14.174,369	
MEMENUHI	333,277	1,176	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	22.973,042	81,067	82,000	19,000	23.237,570	MEMENUHI	23.067,201	
MEMENUHI	888,292	3,135	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	14.003,116	49,414	50,000	19,000	14.169,250	MEMENUHI	14.097,275	
MEMENUHI	918,488	3,241	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	669.233,425	2.361,570	2.362,000	19,000	669.355,370	MEMENUHI	669.327,880	
MEMENUHI	345,916	1,221	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	22.103,747	77,999	78,000	19,000	22.104,030	MEMENUHI	22.198,202	
MEMENUHI	918,488	3,241	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	13.122,224	46,305	47,000	19,000	13.319,095	MEMENUHI	13.216,678	
MEMENUHI	886,217	3,127	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	-1.537,536	-5,426	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	-1.446,977	
MEMENUHI	323,201	1,141	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	-2.538,392	-8,957	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	-2.447,833	
MEMENUHI	886,217	3,127	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	13.567,339	47,876	48,000	19,000	13.602,480	MEMENUHI	13.657,898	
MEMENUHI	893,677	3,154	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	14.594,997	51,502	52,000	19,000	14.736,020	MEMENUHI	14.685,554	
MEMENUHI	349,743	1,234	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	
MEMENUHI	893,677	3,154	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	13.450,292	47,463	48,000	19,000	13.602,480	MEMENUHI	13.540,848	
MEMENUHI	646,798	2,282	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	17.974,559	63,428	64,000	19,000	18.136,640	MEMENUHI	18.106,659	
MEMENUHI	152,049	0,537	1,000	19,000	283,385	MEMENUHI	1,000	19,000	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	
MEMENUHI	655,851	2,314	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	17.832,548	62,927	63,000	19,000	17.853,255	MEMENUHI	17.964,648	
MEMENUHI	546,606	1,929	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	19.685,785	69,467	70,000	19,000	19.836,950	MEMENUHI	19.826,784	
DAK MEMENU	121,580	0,429	1,000	19,000	283,385	MEMENUHI	1,000	19,000	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	
MEMENUHI	546,606	1,929	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	19.685,785	69,467	70,000	19,000	19.836,950	MEMENUHI	19.826,784	
MEMENUHI	869,281	3,067	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	13.960,333	49,263	50,000	19,000	14.169,250	MEMENUHI	14.059,009	



TULANGAN LENTUR RANGKAP															
Tul Pasang Tek + Puntir Long					Kesimpulan Tul Tekan			Tarik 1 Lapis		Tarik 2 Lapis		Ket	Tekan 1 Lapis		Ket
n	n Dibulatkan	Diameter	As' Pasang	Kontrol	n	Diameter	As' Pasang	Smaks	Ket	Smaks	Ket		Smaks	Ket	
			mm <sup>2</sup>				mm <sup>2</sup>	mm		mm			mm		
76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
-7,241	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS
-10,021	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	#DIV/0!	#DIV/0!	-109,500	TIDAK MEMENUHI	#DIV/0!	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS
-7,241	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS
83,467	84,000	19,000	23.804,340	MEMENUHI	84,000	19,000	23.804,340	71,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-16,819	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
305,192	306,000	19,000	86.715,810	MEMENUHI	306,000	19,000	86.715,810	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	-18,407	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
78,492	79,000	19,000	22.387,415	MEMENUHI	79,000	19,000	22.387,415	41,333	MEMENUHI	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-16,679	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
128,560	129,000	19,000	36.556,665	MEMENUHI	129,000	19,000	36.556,665	41,333	MEMENUHI	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-17,586	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
-138,568	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS
49,756	50,000	19,000	14.169,250	MEMENUHI	50,000	19,000	14.169,250	41,333	MEMENUHI	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,306	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
50,018	51,000	19,000	14.452,635	MEMENUHI	51,000	19,000	14.452,635	41,333	MEMENUHI	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,380	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
81,399	82,000	19,000	23.237,570	MEMENUHI	82,000	19,000	23.237,570	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	-16,765	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
49,746	50,000	19,000	14.169,250	MEMENUHI	50,000	19,000	14.169,250	41,333	MEMENUHI	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,306	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
2.361,903	2.362,000	19,000	669.355,370	MEMENUHI	2.362,000	19,000	669.355,370	41,333	MEMENUHI	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-18,923	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
78,332	79,000	19,000	22.387,415	MEMENUHI	79,000	19,000	22.387,415	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	-16,679	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
46,639	47,000	19,000	13.319,095	MEMENUHI	47,000	19,000	13.319,095	41,333	MEMENUHI	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,065	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
-5,106	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	41,333	MEMENUHI	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS
-8,638	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS
48,196	49,000	19,000	13.885,865	MEMENUHI	49,000	19,000	13.885,865	41,333	MEMENUHI	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,229	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
51,822	52,000	19,000	14.736,020	MEMENUHI	52,000	19,000	14.736,020	41,333	MEMENUHI	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,451	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
47,783	48,000	19,000	13.602,480	MEMENUHI	48,000	19,000	13.602,480	41,333	MEMENUHI	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,149	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
63,894	64,000	19,000	18.136,640	MEMENUHI	64,000	19,000	18.136,640	71,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-16,127	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#DIV/0!	#DIV/0!	-109,500	TIDAK MEMENUHI	#DIV/0!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
63,393	64,000	19,000	18.136,640	MEMENUHI	64,000	19,000	18.136,640	71,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-16,127	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
69,964	70,000	19,000	19.836,950	MEMENUHI	70,000	19,000	19.836,950	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	-16,377	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#DIV/0!	#DIV/0!	-109,500	TIDAK MEMENUHI	#DIV/0!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
69,964	70,000	19,000	19.836,950	MEMENUHI	70,000	19,000	19.836,950	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	-16,377	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
49,611	50,000	19,000	14.169,250	MEMENUHI	50,000	19,000	14.169,250	41,333	MEMENUHI	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,306	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS



As Pasang	As' Pasang	Cek						Tekan Beton	Tek Tul Rang	Mom Nom	Kontrol	
		M Len Tump +	(1/3) M Len Tump -	Ket	As Tarik	As Tekan	a	Cc'	Cs'	Mn	Perenc	Cc' Max
mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	N	N	(N.mm)		N
92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
566,770	566,770	566,770	188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	11,075	84.724,209	141.983,791	68.276.875,563	OK	996.345,563
283,385	566,770	566,770	94,462	MEMENUHI	283,385	566,770	-3,742	-28.629,791	141.983,791	30.095.428,534	OK	<b>996.345,563</b>
566,770	566,770	566,770	188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	11,075	84.724,209	141.983,791	68.276.875,563	OK	<b>996.345,563</b>
850,155	23.804,340	23.804,340	283,385	MEMENUHI	850,155	23.804,340	13,336	102.018,600	238.043,400	100.947.280,677	OK	996.345,563
566,770	86.715,810	86.715,810	188,923	MEMENUHI	566,770	86.715,810	-185,738	-1.420.892,390	1.647.600,390	-152.794.697,176	TIDAK OK	<b>996.345,563</b>
1.133,540	22.387,415	22.387,415	377,847	MEMENUHI	1.133,540	22.387,415	30,005	229.541,850	223.874,150	137.623.880,461	OK	<b>996.345,563</b>
1.133,540	36.556,665	36.556,665	377,847	MEMENUHI	1.133,540	36.556,665	-17,188	-131.490,640	584.906,640	118.456.151,390	OK	996.345,563
566,770	566,770	566,770	188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	26,672	204.037,200	22.670,800	73.124.169,310	OK	<b>996.345,563</b>
1.133,540	14.169,250	14.169,250	377,847	MEMENUHI	1.133,540	14.169,250	57,696	441.372,138	12.043,863	140.938.900,027	OK	<b>996.345,563</b>
1.133,540	14.452,635	14.452,635	377,847	MEMENUHI	1.133,540	14.452,635	57,759	441.853,892	11.562,108	140.939.754,085	OK	996.345,563
566,770	23.237,570	23.237,570	188,923	MEMENUHI	566,770	23.237,570	27,357	209.279,823	17.428,178	73.294.480,177	OK	<b>996.345,563</b>
1.133,540	14.169,250	14.169,250	377,847	MEMENUHI	1.133,540	14.169,250	57,881	442.789,063	10.626,938	140.941.325,358	OK	<b>996.345,563</b>
1.133,540	669.355,370	669.355,370	377,847	MEMENUHI	1.133,540	669.355,370	-2.128,166	-16.280.468,250	16.733.884,250	-18.165.045.706,003	TIDAK OK	996.345,563
566,770	22.387,415	22.387,415	188,923	MEMENUHI	566,770	22.387,415	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	<b>996.345,563</b>
1.133,540	13.319,095	13.319,095	377,847	MEMENUHI	1.133,540	13.319,095	59,270	453.416,000	0,000	140.951.150,022	OK	<b>996.345,563</b>
1.133,540	566,770	566,770	377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	40,710	311.432,209	141.983,791	139.600.895,380	OK	996.345,563
566,770	566,770	566,770	188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	11,075	84.724,209	141.983,791	68.276.875,563	OK	<b>996.345,563</b>
1.133,540	13.885,865	13.885,865	377,847	MEMENUHI	1.133,540	13.885,865	59,270	453.416,000	0,000	140.951.150,022	OK	<b>996.345,563</b>
1.133,540	14.736,020	14.736,020	377,847	MEMENUHI	1.133,540	14.736,020	55,418	423.943,960	29.472,040	140.887.602,063	OK	996.345,563
566,770	#VALUE!	#VALUE!	188,923	#VALUE!	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	<b>996.345,563</b>
1.133,540	13.602,480	13.602,480	377,847	MEMENUHI	1.133,540	13.602,480	59,270	453.416,000	0,000	140.951.150,022	OK	<b>996.345,563</b>
850,155	18.136,640	18.136,640	283,385	MEMENUHI	850,155	18.136,640	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
283,385	#VALUE!	#VALUE!	94,462	#VALUE!	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	<b>996.345,563</b>
850,155	18.136,640	18.136,640	283,385	MEMENUHI	850,155	18.136,640	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	<b>996.345,563</b>
566,770	19.836,950	19.836,950	188,923	MEMENUHI	566,770	19.836,950	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	996.345,563
283,385	#VALUE!	#VALUE!	94,462	#VALUE!	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	<b>996.345,563</b>
566,770	19.836,950	19.836,950	188,923	MEMENUHI	566,770	19.836,950	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	<b>996.345,563</b>
1.133,540	14.169,250	14.169,250	377,847	MEMENUHI	1.133,540	14.169,250	59,270	453.416,000	0,000	140.951.150,022	OK	996.345,563



Tulangan Lentur Menggunakan Tekan														
Tulangan Lentur Tekan dan Tarik														
As Max	Mn Max	Kontrol	Ket	Mns = Mn - MnC	Cs Perlu	fs'	Ket	As'	Tul Pakai			As' Pasang	Kontrol	T = Cc Max + Cs
									n	d	d dibulatkan			
105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-215.384.930,785	-766.494,416	367,009	TIDAK OK	-2.046,714	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	229.851,147
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-265.181.945,110	-943.707,990	367,009	TIDAK OK	-2.519,915	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	52.637,573
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-215.384.930,785	-766.494,416	367,009	TIDAK OK	-2.046,714	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	229.851,147
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-179.642.658,285	-639.297,716	367,009	TIDAK OK	-1.707,070	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	357.047,846
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-234.831.912,285	-835.700,755	367,009	TIDAK OK	-2.231,511	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	160.644,807
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-173.501.608,285	-617.443,446	367,009	TIDAK OK	-1.648,714	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	378.902,117
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-174.036.322,035	-619.346,342	367,009	TIDAK OK	-1.653,795	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	376.999,221
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-237.431.131,973	-844.950,648	367,009	TIDAK OK	-2.256,210	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	151.394,915
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-174.036.322,035	-619.346,342	367,009	TIDAK OK	-1.653,795	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	376.999,221
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-174.765.825,785	-621.942,441	367,009	TIDAK OK	-1.660,727	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	374.403,122
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-236.811.072,735	-842.744,031	367,009	TIDAK OK	-2.250,318	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	153.601,531
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-174.427.479,535	-620.738,361	367,009	TIDAK OK	-1.657,512	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	375.607,201
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-171.066.603,285	-608.777,948	367,009	TIDAK OK	-1.625,575	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	387.567,615
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-235.423.709,448	-837.806,795	367,009	TIDAK OK	-2.237,134	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	158.538,767
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-171.066.603,285	-608.777,948	367,009	TIDAK OK	-1.625,575	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	387.567,615
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-174.256.077,035	-620.128,388	367,009	TIDAK OK	-1.655,884	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	376.217,174
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-237.539.090,910	-845.334,843	367,009	TIDAK OK	-2.257,236	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	151.010,719
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-174.256.077,035	-620.128,388	367,009	TIDAK OK	-1.655,884	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	376.217,174
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-173.417.370,785	-617.143,668	367,009	TIDAK OK	-1.647,914	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	379.201,894
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-234.555.519,798	-834.717,152	367,009	TIDAK OK	-2.228,884	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	161.628,410
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-173.417.370,785	-617.143,668	367,009	TIDAK OK	-1.647,914	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	379.201,894
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-205.836.010,785	-732.512,494	367,009	TIDAK OK	-1.955,975	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	263.833,069
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-261.445.767,723	-930.411,985	367,009	TIDAK OK	-2.484,411	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	65.933,578
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-204.818.427,035	-728.891,199	367,009	TIDAK OK	-1.946,305	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	267.454,363
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-218.097.797,035	-776.148,744	367,009	TIDAK OK	-2.072,493	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	220.196,819
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-265.870.784,098	-946.159,374	367,009	TIDAK OK	-2.526,460	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	50.186,188
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-218.097.797,035	-776.148,744	367,009	TIDAK OK	-2.072,493	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	220.196,819
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-177.072.072,035	-630.149,723	367,009	TIDAK OK	-1.682,643	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	366.195,840



As Perlu	Tul Pakai			As Pasang	Kontrol	M	ρ Min	ρ Balance	ρ Max	Rn	ρ Perlu	ρ Min ≤ ρ Perlu ≤ ρ Max	ρ Min < ρ Perlu	ρ Perlu < ρ Max	ρ Digunakan
	n	d	d dibulatkan							N / mm <sup>2</sup>					
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135
574,628	4,000	13,528	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,696	0,004	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
131,594	3,000	7,475	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	0,264	0,001	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
574,628	4,000	13,528	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,696	0,004	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
892,620	4,000	16,860	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,724	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
401,612	3,000	13,059	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,137	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
947,255	4,000	17,369	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,900	0,008	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,008
942,498	4,000	17,325	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,885	0,008	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,008
378,487	3,000	12,677	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,062	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
942,498	4,000	17,325	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,885	0,008	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,008
936,008	4,000	17,265	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,864	0,008	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,008
384,004	3,000	12,769	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,080	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
939,018	4,000	17,293	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,873	0,008	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,008
968,919	4,000	17,566	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,970	0,008	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,008
396,347	3,000	12,973	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,120	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
968,919	4,000	17,566	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,970	0,008	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,008
940,543	4,000	17,307	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,878	0,008	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,008
377,527	3,000	12,661	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,059	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
940,543	4,000	17,307	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,878	0,008	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,008
948,005	4,000	17,376	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,903	0,008	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,008
404,071	3,000	13,099	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,145	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
948,005	4,000	17,376	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,903	0,008	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,008
659,583	4,000	14,493	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,970	0,005	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,005
164,834	3,000	8,366	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	0,372	0,001	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
668,636	4,000	14,593	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,000	0,005	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,005
550,492	4,000	13,241	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,618	0,004	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
125,465	3,000	7,299	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	0,244	0,001	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
550,492	4,000	13,241	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,618	0,004	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
915,490	4,000	17,075	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,797	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007



TULANGAN LENTUR																	
Tul Tarik						Tul Tarik + Puntir						Kes Tul Tarik			Tul Tekan	Tul	
As Perlu	n	n Dibulatkan	Diameter	As Pasang	Kontrol	As + ( AI / 4 )	n	n Dibulatkan	Diameter	As Pasang	Kontrol	n	Diameter	As Pasang	As' Pertu	As' + ( AI / 4 )	n
mm <sup>2</sup>	Buah	Buah	mm	mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	Buah	Buah	mm	mm <sup>2</sup>		Buah	mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	Buah
136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153
448,547	1,583	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	584,445	2,062	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	135,898	0,480
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	493,423	1,741	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	135,898	0,480
448,547	1,583	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	584,445	2,062	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	135,898	0,480
737,258	2,602	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	833,410	2,941	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	96,152	0,339
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	453,677	1,601	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	96,152	0,339
788,329	2,782	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	884,481	3,121	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	0,000	96,152	0,339
783,864	2,766	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	880,552	3,107	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	0,000	96,689	0,341
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	454,214	1,603	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	96,689	0,341
783,864	2,766	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	880,552	3,107	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	0,000	96,689	0,341
777,778	2,745	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	871,936	3,077	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	0,000	94,159	0,332
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	451,684	1,594	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	94,159	0,332
780,600	2,755	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	874,758	3,087	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	0,000	94,159	0,332
808,705	2,854	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	903,160	3,187	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	0,000	94,454	0,333
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	451,979	1,595	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	94,454	0,333
808,705	2,854	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	903,160	3,187	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	0,000	94,454	0,333
782,030	2,760	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	872,589	3,079	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	0,000	90,559	0,320
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	448,084	1,581	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	90,559	0,320
782,030	2,760	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	872,589	3,079	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	0,000	90,559	0,320
789,032	2,784	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	879,589	3,104	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	0,000	90,557	0,320
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	448,082	1,581	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	90,557	0,320
789,032	2,784	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	879,589	3,104	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	0,000	90,557	0,320
524,316	1,850	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	656,416	2,316	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	132,100	0,466
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	489,625	1,728	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	132,100	0,466
532,447	1,879	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	664,547	2,345	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	132,100	0,466
427,193	1,507	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	568,192	2,005	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	140,999	0,498
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	498,524	1,759	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	140,999	0,498
427,193	1,507	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	568,192	2,005	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	140,999	0,498
758,581	2,677	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	857,257	3,025	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	0,000	98,676	0,348







Cek									Momen Nominal Kiri					
(1/3) M Len Tump -	Ket	As Tarik	As Tekan	a	Cc'	Cs'	Mn	Perenc	As Pasang	As' Pasang	a	Cc'	Cs'	Mn Kiri
mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	N	N	(N.mm)		mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	N	N	(N.mm)
172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK						
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK						
377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	OK						
377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	OK	1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK						
377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	OK						
377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	OK	1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK						
377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	OK						
377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	OK	1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK						
377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	OK						
377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	OK	1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK						
377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	OK						
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK						
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK						
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	OK						



Momen Nominal Kanan											Kuat Ges Beton	Kuat Ges Tul Ges		
As Pasang	As' Pasang	a	Cc'	Cs'	Mn Kiri	Vu	Vu1	vfc'	25/3 Mpa	Syarat fc'	Vc	Vs Min	Vs Max	2Vs Max
mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	N	N	(N.mm)	N	N				N	N	N	N
187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	20.249,310	87.890,758	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						20.249,310	41.015,687	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						20.249,310	87.890,758	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	63.839,640	116.951,183	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						63.839,640	75.368,540	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						63.839,640	116.951,183	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	63.375,130	124.503,918	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						63.375,130	80.235,858	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						63.375,130	124.503,918	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	64.031,650	125.160,438	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						64.031,650	80.658,949	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						64.031,650	125.160,438	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	64.593,370	125.722,158	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						64.593,370	81.020,946	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						64.593,370	125.722,158	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	62.551,150	123.679,938	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						62.551,150	79.704,849	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						62.551,150	123.679,938	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	64.614,510	125.743,298	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						64.614,510	81.034,570	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						64.614,510	125.743,298	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	30.583,850	98.225,298	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						30.583,850	45.838,473	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						30.583,850	98.225,298	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	22.950,830	90.592,278	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						22.950,830	42.276,397	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						22.950,830	90.592,278	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						62.202,080	123.330,868	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062



Kondisi 1			Tidak Per Tul Geser	Kondisi 2					Tul Geser Minimum	Kondisi 3				
Vu	≤	0,5 x Ø x VC	Ket	0,5 x Ø x VC	≤	Vu	≤	Ø x VC	Ket	Ø x VC	≤	Vu	≤	Ø x ( VC + Vs Min )
N		N		N		N		N		N		N		N
202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216
87.890,758	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	87.890,758	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	87.890,758	≤	95.474,824
41.015,687	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	41.015,687	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	41.015,687	≤	95.474,824
87.890,758	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	87.890,758	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	87.890,758	≤	95.474,824
116.951,183	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	116.951,183	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	116.951,183	≤	95.474,824
75.368,540	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	75.368,540	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	75.368,540	≤	95.474,824
116.951,183	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	116.951,183	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	116.951,183	≤	95.474,824
124.503,918	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	124.503,918	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	124.503,918	≤	95.474,824
80.235,858	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	80.235,858	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	80.235,858	≤	95.474,824
124.503,918	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	124.503,918	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	124.503,918	≤	95.474,824
125.160,438	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	125.160,438	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	125.160,438	≤	95.474,824
80.658,949	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	80.658,949	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	80.658,949	≤	95.474,824
125.160,438	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	125.160,438	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	125.160,438	≤	95.474,824
125.722,158	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	125.722,158	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	125.722,158	≤	95.474,824
81.020,946	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	81.020,946	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	81.020,946	≤	95.474,824
125.722,158	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	125.722,158	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	125.722,158	≤	95.474,824
123.679,938	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	123.679,938	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	123.679,938	≤	95.474,824
79.704,849	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	79.704,849	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	79.704,849	≤	95.474,824
123.679,938	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	123.679,938	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	123.679,938	≤	95.474,824
125.743,298	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	125.743,298	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	125.743,298	≤	95.474,824
81.034,570	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	81.034,570	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	81.034,570	≤	95.474,824
125.743,298	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	125.743,298	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	125.743,298	≤	95.474,824
98.225,298	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	98.225,298	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	98.225,298	≤	95.474,824
45.838,473	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	45.838,473	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	45.838,473	≤	95.474,824
98.225,298	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	98.225,298	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	98.225,298	≤	95.474,824
90.592,278	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	90.592,278	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	90.592,278	≤	95.474,824
42.276,397	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	42.276,397	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	42.276,397	≤	95.474,824
90.592,278	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	90.592,278	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	90.592,278	≤	95.474,824
123.330,868	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	123.330,868	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	123.330,868	≤	95.474,824



TULANGAN GESER												
Tul Geser Minimun	Kondisi 4					Perlu Tul Geset	Kondisi 5					Perlu Tul Geset
Ket	$\emptyset \times (VC + Vs \text{ Min})$	$\leq$	Vu	$\leq$	$\emptyset \times (VC + Vs \text{ Max})$	Ket	$\emptyset \times (VC + Vs \text{ Max})$	$\leq$	Vu	$\leq$	$\emptyset \times (VC + 2Vs \text{ Max})$	Ket
N	N		N		N		N		N		N	
217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229
MEMENUHI	95.474,824	$\leq$	87.890,758	$\leq$	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	87.890,758	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	$\leq$	41.015,687	$\leq$	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	41.015,687	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
MEMENUHI	95.474,824	$\leq$	87.890,758	$\leq$	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	87.890,758	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	$\leq$	116.951,183	$\leq$	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	116.951,183	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
MEMENUHI	95.474,824	$\leq$	75.368,540	$\leq$	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	75.368,540	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	$\leq$	116.951,183	$\leq$	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	116.951,183	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	$\leq$	124.503,918	$\leq$	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	124.503,918	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
MEMENUHI	95.474,824	$\leq$	80.235,858	$\leq$	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	80.235,858	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	$\leq$	124.503,918	$\leq$	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	124.503,918	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	$\leq$	125.160,438	$\leq$	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	125.160,438	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
MEMENUHI	95.474,824	$\leq$	80.658,949	$\leq$	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	80.658,949	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	$\leq$	125.160,438	$\leq$	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	125.160,438	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	$\leq$	125.722,158	$\leq$	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	125.722,158	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
MEMENUHI	95.474,824	$\leq$	81.020,946	$\leq$	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	81.020,946	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	$\leq$	125.722,158	$\leq$	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	125.722,158	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	$\leq$	123.679,938	$\leq$	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	123.679,938	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
MEMENUHI	95.474,824	$\leq$	79.704,849	$\leq$	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	79.704,849	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	$\leq$	123.679,938	$\leq$	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	123.679,938	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	$\leq$	125.743,298	$\leq$	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	125.743,298	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
MEMENUHI	95.474,824	$\leq$	81.034,570	$\leq$	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	81.034,570	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	$\leq$	125.743,298	$\leq$	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	125.743,298	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	$\leq$	98.225,298	$\leq$	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	98.225,298	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	$\leq$	45.838,473	$\leq$	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	45.838,473	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	$\leq$	98.225,298	$\leq$	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	98.225,298	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
MEMENUHI	95.474,824	$\leq$	90.592,278	$\leq$	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	90.592,278	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	$\leq$	42.276,397	$\leq$	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	42.276,397	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
MEMENUHI	95.474,824	$\leq$	90.592,278	$\leq$	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	90.592,278	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	$\leq$	123.330,868	$\leq$	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	$\leq$	123.330,868	$\leq$	349.686,620	TIDAK MEMENUHI



Kondisi 6			Perbesar Penamp	Ket Kondisi					Jarak Tul Ges		Kontrol Jarak Spasi Tulangan				
Vs	≥	2 Vs Max	Ket	Kondisi	Ket	Vs Perlu	n Rencana	Av Perlu	S Perlu	S Pakai	S Max	≤	d / 2	Ket	S Max
N		N				N		mm <sup>2</sup>	mm	mm					
230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	3,000	TULANGAN GESER MINIMUM	34.050,000	2,000	157,000	502,400	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	2,000	TULANGAN GESER MINIMUM	34.050,000	2,000	157,000	502,400	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	3,000	TULANGAN GESER MINIMUM	34.050,000	2,000	157,000	502,400	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	62.685,146	2,000	157,000	272,899	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	3,000	TULANGAN GESER MINIMUM	34.050,000	2,000	157,000	502,400	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	62.685,146	2,000	157,000	272,899	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	72.755,458	2,000	157,000	235,126	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	3,000	TULANGAN GESER MINIMUM	34.050,000	2,000	157,000	502,400	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	72.755,458	2,000	157,000	235,126	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	73.630,818	2,000	157,000	232,331	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	3,000	TULANGAN GESER MINIMUM	34.050,000	2,000	157,000	502,400	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	73.630,818	2,000	157,000	232,331	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	74.379,778	2,000	157,000	229,992	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	3,000	TULANGAN GESER MINIMUM	34.050,000	2,000	157,000	502,400	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	74.379,778	2,000	157,000	229,992	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	71.656,818	2,000	157,000	238,731	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	3,000	TULANGAN GESER MINIMUM	34.050,000	2,000	157,000	502,400	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	71.656,818	2,000	157,000	238,731	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	74.407,965	2,000	157,000	229,904	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	3,000	TULANGAN GESER MINIMUM	34.050,000	2,000	157,000	502,400	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	74.407,965	2,000	157,000	229,904	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	37.717,299	2,000	157,000	453,551	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	2,000	TULANGAN GESER MINIMUM	34.050,000	2,000	157,000	502,400	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	37.717,299	2,000	157,000	453,551	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	3,000	TULANGAN GESER MINIMUM	34.050,000	2,000	157,000	502,400	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	2,000	TULANGAN GESER MINIMUM	34.050,000	2,000	157,000	502,400	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	3,000	TULANGAN GESER MINIMUM	34.050,000	2,000	157,000	502,400	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000
34.050,000	≥	372.999,062	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	71.191,392	2,000	157,000	240,292	100,000	100,000	≤	170,250	MEMENUHI	100,000







584,4450  
850,1550

				Panjang Penyaluran Tulangan														
		Kes Tul Geser		Penyaluran Tulangan Kondisi Tarik									Penyaluran Tulangan Berkait Kondisi Tarik					
300,000	Ket	Ø	Jarak	wt	wt	λ	Id	>	300,000	Keterangan	Idreduksi	Pembulatan	we	Idh	>	150,000	Keterangan	Idhreduksi
							mm		mm		mm	mm		mm		mm		
265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	841,668	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	228,934
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.065,879	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	289,919
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	841,668	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	228,934
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.200,207	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	326,456
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	980,021	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	266,566
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	955,316	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	259,846
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	951,072	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	258,692
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	981,180	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	266,881
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	951,072	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	258,692
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	941,767	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	256,161
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	975,714	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	265,394
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	944,814	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	256,990
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	975,490	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	265,333
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	976,353	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	265,568
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	975,490	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	265,333
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	942,471	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	256,352
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	967,939	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	263,279
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	942,471	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	256,352
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	950,032	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	258,409
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	967,934	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	263,278
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	950,032	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	258,409
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	945,315	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	257,126
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.057,675	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	287,687
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	957,024	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	260,311
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	818,262	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	222,567
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.076,898	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	292,916
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	818,262	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	222,567
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	925,911	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	251,848



Penyaluran Tulangan Kondisi Tekan							Kontrol Retak										
Pembulatan	I dc	I dc	I dc pakai	I dc reduksi	Pembulatan	Panjang Kait	dc	A	z	z			Keterangan	ω	<	0,400	ket
mm	mm	mm					mm	mm2	N/mm2	Mn/mm2							
284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301
350,000	333,015	326,800	333,015	228,934	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	289,919	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	228,934	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	326,456	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	266,566	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	259,846	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	258,692	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	266,881	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	258,692	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	256,161	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	265,394	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	256,990	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	265,333	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	265,568	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	265,333	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	256,352	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	263,279	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	256,352	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	258,409	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	263,278	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	258,409	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	257,126	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	287,687	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	260,311	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	222,567	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	292,916	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	222,567	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI
350,000	333,015	326,800	333,015	251,848	350,000	152,000	49,500	4.242,857	14.265,898	14,266	<	30,000	MEMENUHI	0,222	<	0,400	MEMENUHI



	Memanjang	229,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	9.256.293,030	12.341.724,040	62.202,080
												Tump. Kanan	9.256.293,030	12.341.724,040	62.202,080
												Tump. Kiri	9.297.252,570	12.396.336,760	62.479,720
	Memanjang	230,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	9.297.252,570	12.396.336,760	62.479,720
												Tump. Kanan	9.297.252,570	12.396.336,760	62.479,720
												Tump. Kiri	10.011.239,400	13.348.319,200	63.042,050
	Memanjang	231,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	10.011.239,400	13.348.319,200	63.042,050
												Tump. Kanan	10.011.239,400	13.348.319,200	63.042,050
												Tump. Kiri	10.073.826,910	13.431.769,213	63.194,390
	Memanjang	232,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	10.073.826,910	13.431.769,213	63.194,390
												Tump. Kanan	10.073.826,910	13.431.769,213	63.194,390
												Tump. Kiri	9.717.421,800	12.956.562,400	61.878,370
	Memanjang	233,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	9.717.421,800	12.956.562,400	61.878,370
												Tump. Kanan	9.717.421,800	12.956.562,400	61.878,370
												Tump. Kiri	9.689.733,480	12.919.644,640	63.350,510
	Memanjang	234,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	9.689.733,480	12.919.644,640	63.350,510
												Tump. Kanan	9.689.733,480	12.919.644,640	63.350,510
												Tump. Kiri	4.710.536,430	6.280.715,240	33.656,810
	Memanjang	235,000	300,000	400,000	340,500	59,500	3.000,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	4.710.536,430	6.280.715,240	33.656,810
												Tump. Kanan	4.710.536,430	6.280.715,240	33.656,810
												Tump. Kiri	3.102.452,170	4.136.602,893	23.920,740
	Memanjang	329,000	300,000	400,000	340,500	59,500	3.000,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	3.102.452,170	4.136.602,893	23.920,740
												Tump. Kanan	3.102.452,170	4.136.602,893	23.920,740
												Tump. Kiri	8.590.674,490	11.454.232,653	61.529,630
	Memanjang	330,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	8.590.674,490	11.454.232,653	61.529,630
												Tump. Kanan	8.590.674,490	11.454.232,653	61.529,630
												Tump. Kiri	8.692.357,000	11.589.809,333	61.949,120
	Memanjang	331,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	8.692.357,000	11.589.809,333	61.949,120
												Tump. Kanan	8.692.357,000	11.589.809,333	61.949,120
												Tump. Kiri	9.315.160,290	12.420.213,720	62.430,820
	Memanjang	332,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	9.315.160,290	12.420.213,720	62.430,820
												Tump. Kanan	9.315.160,290	12.420.213,720	62.430,820
												Tump. Kiri	9.385.124,520	12.513.499,360	62.425,590
	Memanjang	333,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	9.385.124,520	12.513.499,360	62.425,590
												Tump. Kanan	9.385.124,520	12.513.499,360	62.425,590
												Tump. Kiri	9.111.410,170	12.148.546,893	61.457,200
	Memanjang	334,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	9.111.410,170	12.148.546,893	61.457,200
												Tump. Kanan	9.111.410,170	12.148.546,893	61.457,200
												Tump. Kiri	9.096.829,650	12.129.106,200	62.478,240
	Memanjang	335,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	9.096.829,650	12.129.106,200	62.478,240
												Tump. Kanan	9.096.829,650	12.129.106,200	62.478,240
												Tump. Kiri	4.232.723,350	5.643.631,133	61.457,200
	Memanjang	336,000	300,000	400,000	340,500	59,500	3.000,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	4.232.723,350	5.643.631,133	61.457,200
												Tump. Kanan	4.232.723,350	5.643.631,133	61.457,200
												Tump. Kiri	2.986.732,060	3.982.309,413	62.478,240
	Memanjang	430,000	300,000	400,000	340,500	59,500	3.000,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	2.986.732,060	3.982.309,413	62.478,240
												Tump. Kanan	2.986.732,060	3.982.309,413	62.478,240
												Tump. Kiri	6.436.762,260	8.582.349,680	35.316,370
	Memanjang	431,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	6.436.762,260	8.582.349,680	35.316,370
												Tump. Kanan	6.436.762,260	8.582.349,680	35.316,370
												Tump. Kiri	8.122.340,990	10.829.787,987	24.421,880



[illegible]



AI Min	394,706	98,676	197,353	0,982	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	31.434.528,320	39.293.160,400	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	394,706	98,676	197,353	0,982	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	77.840.757,000	97.300.946,250	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	393,423	98,356	196,711	0,979	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	76.386.195,000	95.482.743,750	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	393,423	98,356	196,711	0,979	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	29.520.646,110	36.900.807,638	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	393,423	98,356	196,711	0,979	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	76.712.854,000	95.891.067,500	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	371,058	92,764	185,529	0,923	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	77.651.803,000	97.064.753,750	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	371,058	92,764	185,529	0,923	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	29.888.822,020	37.361.027,525	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	371,058	92,764	185,529	0,923	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	77.651.803,000	97.064.753,750	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	369,097	92,274	184,549	0,918	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	78.091.346,000	97.614.182,500	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	369,097	92,274	184,549	0,918	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	30.768.444,770	38.460.555,963	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	369,097	92,274	184,549	0,918	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	78.091.346,000	97.614.182,500	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	380,261	95,065	190,131	0,946	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	78.225.322,000	97.781.652,500	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	380,261	95,065	190,131	0,946	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	29.643.383,680	37.054.229,600	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	380,261	95,065	190,131	0,946	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	78.225.322,000	97.781.652,500	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	381,129	95,282	190,564	0,948	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	76.169.051,000	95.211.313,750	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	381,129	95,282	190,564	0,948	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	31.808.772,760	39.760.965,950	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	381,129	95,282	190,564	0,948	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	76.656.011,000	95.820.013,750	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	537,099	134,275	268,549	1,336	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	44.971.408,000	56.214.260,000	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	537,099	134,275	268,549	1,336	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	9.823.359,840	12.279.199,800	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	537,099	134,275	268,549	1,336	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	55.136.551,000	68.920.688,750	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	587,471	146,868	293,735	1,462	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	38.369.467,000	47.961.833,750	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	587,471	146,868	293,735	1,462	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	6.374.245,680	7.967.807,100	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	587,471	146,868	293,735	1,462	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	38.369.467,000	47.961.833,750	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	415,556	103,889	207,778	1,034	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	74.854.474,000	93.568.092,500	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	415,556	103,889	207,778	1,034	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	31.564.957,500	39.456.196,875	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	415,556	103,889	207,778	1,034	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	74.854.474,000	93.568.092,500	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	412,371	103,093	206,185	1,026	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	70.274.695,000	87.843.368,750	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	412,371	103,093	206,185	1,026	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	29.524.695,710	36.905.869,638	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	412,371	103,093	206,185	1,026	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	72.978.993,000	91.223.741,250	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	392,862	98,215	196,431	0,977	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	72.829.480,000	91.036.850,000	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	392,862	98,215	196,431	0,977	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	29.800.207,090	37.250.258,863	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	392,862	98,215	196,431	0,977	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	72.829.480,000	91.036.850,000	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	390,670	97,668	195,335	0,972	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	72.127.986,000	90.159.982,500	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	390,670	97,668	195,335	0,972	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	30.608.818,890	38.261.023,613	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	390,670	97,668	195,335	0,972	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	73.373.523,000	91.716.903,750	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	399,244	99,811	199,622	0,993	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	74.265.511,000	92.831.888,750	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	399,244	99,811	199,622	0,993	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	29.606.675,650	37.008.344,563	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	399,244	99,811	199,622	0,993	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	74.265.511,000	92.831.888,750	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	399,701	99,925	199,850	0,994	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	69.567.426,000	86.959.282,500	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	399,701	99,925	199,850	0,994	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	31.933.708,680	39.917.135,850	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	399,701	99,925	199,850	0,994	1,000	16,000	200,960	MEMENUHI	73.785.345,000	92.231.681,250	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	552,066	138,016	276,033	1,374	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	34.587.499,000	43.234.373,750	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	552,066	138,016	276,033	1,374	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	9.786.793,830	12.233.492,288	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	552,066	138,016	276,033	1,374	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	49.937.644,000	62.422.055,000	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	591,096	147,774	295,548	1,471	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	30.949.882,200	38.687.352,750	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	591,096	147,774	295,548	1,471	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	6.234.270,660	7.792.838,325	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	591,096	147,774	295,548	1,471	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	30.949.882,200	38.687.352,750	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	483,026	120,756	241,513	1,202	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	71.525.730,000	89.407.162,500	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	483,026	120,756	241,513	1,202	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	32.477.004,510	40.596.255,638	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	483,026	120,756	241,513	1,202	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	71.525.730,000	89.407.162,500	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	430,226	107,557	215,113	1,070	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	65.719.711,000	82.149.638,750	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375



1.660,576	197.333.711,245	-158.040.550,845	TUNGGAL	-562.421,889	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.406,055	254,521	0,898	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-100.032.764,995	TUNGGAL	-355.988,488	250,514	LELEH	0,000	0,002	13.960,333	-889,971	770,605	2,719	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-101.850.967,495	TUNGGAL	-362.458,959	250,514	LELEH	0,000	0,002	14.214,077	-906,147	754,429	2,662	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-160.432.903,607	TUNGGAL	-570.935,600	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.427,339	233,237	0,823	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-101.442.643,745	TUNGGAL	-361.005,850	250,514	LELEH	0,000	0,002	14.157,092	-902,515	758,061	2,675	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-100.268.957,495	TUNGGAL	-356.829,030	250,514	LELEH	0,000	0,002	13.993,295	-892,073	768,503	2,712	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-159.972.683,720	TUNGGAL	-569.297,807	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.423,245	237,331	0,837	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-100.268.957,495	TUNGGAL	-356.829,030	250,514	LELEH	0,000	0,002	13.993,295	-892,073	768,503	2,712	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-99.719.528,745	TUNGGAL	-354.873,768	250,514	LELEH	0,000	0,002	13.916,618	-887,184	773,392	2,729	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-158.873.155,282	TUNGGAL	-565.384,894	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.413,462	247,114	0,872	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-99.719.528,745	TUNGGAL	-354.873,768	250,514	LELEH	0,000	0,002	13.916,618	-887,184	773,392	2,729	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-99.552.058,745	TUNGGAL	-354.277,789	250,514	LELEH	0,000	0,002	13.893,247	-885,694	774,881	2,734	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-160.279.481,645	TUNGGAL	-570.389,614	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.425,974	234,602	0,828	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-99.552.058,745	TUNGGAL	-354.277,789	250,514	LELEH	0,000	0,002	13.893,247	-885,694	774,881	2,734	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-102.122.397,495	TUNGGAL	-363.424,902	250,514	LELEH	0,000	0,002	14.251,957	-908,562	752,014	2,654	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-157.572.745,295	TUNGGAL	-560.757,101	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.401,893	258,683	0,913	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-101.513.697,495	TUNGGAL	-361.258,710	250,514	LELEH	0,000	0,002	14.167,008	-903,147	757,429	2,673	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-141.119.451,245	TUNGGAL	-502.204,453	250,514	LELEH	0,000	0,002	19.694,292	-1.255,511	405,065	1,429	2,000	19,000	566,770
1.660,576	197.333.711,245	-185.054.511,445	TUNGGAL	-658.556,980	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.646,392	14,183	0,050	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-128.413.022,495	TUNGGAL	-456.985,845	250,514	LELEH	0,000	0,002	17.921,014	-1.142,465	518,111	1,828	2,000	19,000	566,770
1.660,576	197.333.711,245	-149.371.877,495	TUNGGAL	-531.572,518	250,514	LELEH	0,000	0,002	20.845,981	-1.328,931	331,645	1,170	2,000	19,000	566,770
1.660,576	197.333.711,245	-189.365.904,145	TUNGGAL	-673.900,015	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.684,750	-24,174	-0,085	-1,000	19,000	-283,385
1.660,576	197.333.711,245	-149.371.877,495	TUNGGAL	-531.572,518	250,514	LELEH	0,000	0,002	20.845,981	-1.328,931	331,645	1,170	2,000	19,000	566,770
1.660,576	197.333.711,245	-103.765.618,745	TUNGGAL	-369.272,665	250,514	LELEH	0,000	0,002	14.481,281	-923,182	737,394	2,602	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-157.877.514,370	TUNGGAL	-561.841,688	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.404,604	255,972	0,903	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-103.765.618,745	TUNGGAL	-369.272,665	250,514	LELEH	0,000	0,002	14.481,281	-923,182	737,394	2,602	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-109.490.342,495	TUNGGAL	-389.645,347	250,514	LELEH	0,000	0,002	15.280,210	-974,113	686,463	2,422	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-160.427.841,607	TUNGGAL	-570.917,586	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.427,294	233,282	0,823	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-106.109.969,995	TUNGGAL	-377.615,552	250,514	LELEH	0,000	0,002	14.808,453	-944,039	716,537	2,528	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-106.296.861,245	TUNGGAL	-378.280,645	250,514	LELEH	0,000	0,002	14.834,535	-945,702	714,874	2,523	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-160.083.452,382	TUNGGAL	-569.692,001	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.424,230	236,346	0,834	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-106.296.861,245	TUNGGAL	-378.280,645	250,514	LELEH	0,000	0,002	14.834,535	-945,702	714,874	2,523	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-107.173.728,745	TUNGGAL	-381.401,170	250,514	LELEH	0,000	0,002	14.956,909	-953,503	707,073	2,495	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-159.072.687,632	TUNGGAL	-566.094,974	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.415,237	245,339	0,866	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-105.616.807,495	TUNGGAL	-375.860,525	250,514	LELEH	0,000	0,002	14.739,628	-939,651	720,925	2,544	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-104.501.822,495	TUNGGAL	-371.892,607	250,514	LELEH	0,000	0,002	14.584,024	-929,732	730,844	2,579	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-160.325.366,682	TUNGGAL	-570.552,906	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.426,382	234,194	0,826	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-104.501.822,495	TUNGGAL	-371.892,607	250,514	LELEH	0,000	0,002	14.584,024	-929,732	730,844	2,579	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-110.374.428,745	TUNGGAL	-392.791,561	250,514	LELEH	0,000	0,002	15.403,591	-981,979	678,597	2,395	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-157.416.575,395	TUNGGAL	-560.201,336	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.400,503	260,073	0,918	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-105.102.029,995	TUNGGAL	-374.028,576	250,514	LELEH	0,000	0,002	14.667,787	-935,071	725,504	2,560	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-154.099.337,495	TUNGGAL	-548.396,219	250,514	LELEH	0,000	0,002	21.505,734	-1.370,991	289,585	1,022	2,000	19,000	566,770
1.660,576	197.333.711,245	-185.100.218,957	TUNGGAL	-658.719,640	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.646,799	13,777	0,049	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-134.911.656,245	TUNGGAL	-480.112,656	250,514	LELEH	0,000	0,002	18.827,947	-1.200,282	460,294	1,624	2,000	19,000	566,770
1.660,576	197.333.711,245	-158.646.358,495	TUNGGAL	-564.577,788	250,514	LELEH	0,000	0,002	22.140,305	-1.411,444	249,131	0,879	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-189.540.872,920	TUNGGAL	-674.522,679	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.686,307	-25,731	-0,091	-1,000	19,000	-283,385
1.660,576	197.333.711,245	-158.646.358,495	TUNGGAL	-564.577,788	250,514	LELEH	0,000	0,002	22.140,305	-1.411,444	249,131	0,879	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-107.926.548,745	TUNGGAL	-384.080,245	250,514	LELEH	0,000	0,002	15.061,970	-960,201	700,375	2,471	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-156.737.455,607	TUNGGAL	-557.784,540	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.394,461	266,115	0,939	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-107.926.548,745	TUNGGAL	-384.080,245	250,514	LELEH	0,000	0,002	15.061,970	-960,201	700,375	2,471	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-115.184.072,495	TUNGGAL	-409.907,731	250,514	LELEH	0,000	0,002	16.074,813	-1.024,769	635,807	2,244	3,000	19,000	850,155



MEMENUHI	353,198	1,246	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	869,281	3,067	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	13.960,333	49,263	50,000	19,000	14.169,250	MEMENUHI	14.059,009
MEMENUHI	852,784	3,009	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	14.214,077	50,158	51,000	19,000	14.452,635	MEMENUHI	14.312,433
MEMENUHI	331,593	1,170	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	856,417	3,022	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	14.157,092	49,957	50,000	19,000	14.169,250	MEMENUHI	14.255,448
MEMENUHI	861,268	3,039	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	13.993,295	49,379	50,000	19,000	14.169,250	MEMENUHI	14.086,060
MEMENUHI	330,096	1,165	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	861,268	3,039	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	13.993,295	49,379	50,000	19,000	14.169,250	MEMENUHI	14.086,060
MEMENUHI	865,666	3,055	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	13.916,618	49,109	50,000	19,000	14.169,250	MEMENUHI	14.008,893
MEMENUHI	339,388	1,198	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	865,666	3,055	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	13.916,618	49,109	50,000	19,000	14.169,250	MEMENUHI	14.008,893
MEMENUHI	869,947	3,070	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	13.893,247	49,026	50,000	19,000	14.169,250	MEMENUHI	13.988,312
MEMENUHI	329,667	1,163	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	869,947	3,070	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	13.893,247	49,026	50,000	19,000	14.169,250	MEMENUHI	13.988,312
MEMENUHI	847,296	2,990	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	14.251,957	50,292	51,000	19,000	14.452,635	MEMENUHI	14.347,239
MEMENUHI	353,965	1,249	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	852,711	3,009	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	14.167,008	49,992	50,000	19,000	14.169,250	MEMENUHI	14.262,290
MEMENUHI	539,339	1,903	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	19.694,292	69,497	70,000	19,000	19.836,950	MEMENUHI	19.828,567
MEMENUHI	148,458	0,524	1,000	19,000	283,385	MEMENUHI	1,000	19,000	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	652,386	2,302	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	17.921,014	63,239	64,000	19,000	18.136,640	MEMENUHI	18.055,288
MEMENUHI	478,512	1,689	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	20.845,981	73,561	74,000	19,000	20.970,490	MEMENUHI	20.992,849
DAK MEMENU	122,694	0,433	1,000	19,000	283,385	MEMENUHI	1,000	19,000	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	478,512	1,689	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	20.845,981	73,561	74,000	19,000	20.970,490	MEMENUHI	20.992,849
MEMENUHI	841,283	2,969	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	14.481,281	51,101	52,000	19,000	14.736,020	MEMENUHI	14.585,170
MEMENUHI	359,861	1,270	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	841,283	2,969	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	14.481,281	51,101	52,000	19,000	14.736,020	MEMENUHI	14.585,170
MEMENUHI	789,555	2,786	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	15.280,210	53,920	54,000	19,000	15.302,790	MEMENUHI	15.383,302
MEMENUHI	336,375	1,187	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	819,630	2,892	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	14.808,453	52,256	53,000	19,000	15.019,405	MEMENUHI	14.911,546
MEMENUHI	813,090	2,869	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	14.834,535	52,348	53,000	19,000	15.019,405	MEMENUHI	14.932,751
MEMENUHI	334,561	1,181	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	813,090	2,869	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	14.834,535	52,348	53,000	19,000	15.019,405	MEMENUHI	14.932,751
MEMENUHI	804,741	2,840	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	14.956,909	52,779	53,000	19,000	15.019,405	MEMENUHI	15.054,576
MEMENUHI	343,006	1,210	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	818,592	2,889	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	14.739,628	52,013	53,000	19,000	15.019,405	MEMENUHI	14.837,296
MEMENUHI	830,655	2,931	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	14.584,024	51,464	52,000	19,000	14.736,020	MEMENUHI	14.683,835
MEMENUHI	334,005	1,179	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	830,655	2,931	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	14.584,024	51,464	52,000	19,000	14.736,020	MEMENUHI	14.683,835
MEMENUHI	778,522	2,747	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	15.403,591	54,356	55,000	19,000	15.586,175	MEMENUHI	15.503,516
MEMENUHI	359,998	1,270	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	825,430	2,913	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	14.667,787	51,759	52,000	19,000	14.736,020	MEMENUHI	14.767,713
MEMENUHI	427,602	1,509	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	21.505,734	75,889	76,000	19,000	21.537,260	MEMENUHI	21.643,751
MEMENUHI	151,793	0,536	1,000	19,000	283,385	MEMENUHI	1,000	19,000	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	598,311	2,111	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	18.827,947	66,439	67,000	19,000	18.986,795	MEMENUHI	18.965,964
MEMENUHI	396,905	1,401	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	22.140,305	78,128	79,000	19,000	22.387,415	MEMENUHI	22.288,079
DAK MEMENU	122,043	0,431	1,000	19,000	283,385	MEMENUHI	1,000	19,000	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	396,905	1,401	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	22.140,305	78,128	79,000	19,000	22.387,415	MEMENUHI	22.288,079
MEMENUHI	821,132	2,898	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	15.061,970	53,150	54,000	19,000	15.302,790	MEMENUHI	15.182,727
MEMENUHI	386,871	1,365	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	821,132	2,898	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	15.061,970	53,150	54,000	19,000	15.302,790	MEMENUHI	15.182,727
MEMENUHI	743,363	2,623	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	16.074,813	56,724	57,000	19,000	16.152,945	MEMENUHI	16.182,370



#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
49,611	50,000	19,000	14.169,250	MEMENUHI	50,000	19,000	14.169,250	41,333	MEMENUHI	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,306	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
50,505	51,000	19,000	14.452,635	MEMENUHI	51,000	19,000	14.452,635	41,333	MEMENUHI	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,380	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
50,304	51,000	19,000	14.452,635	MEMENUHI	51,000	19,000	14.452,635	41,333	MEMENUHI	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,380	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
49,706	50,000	19,000	14.169,250	MEMENUHI	50,000	19,000	14.169,250	41,333	MEMENUHI	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,306	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
49,706	50,000	19,000	14.169,250	MEMENUHI	50,000	19,000	14.169,250	41,333	MEMENUHI	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,306	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
49,434	50,000	19,000	14.169,250	MEMENUHI	50,000	19,000	14.169,250	41,333	MEMENUHI	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,306	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
49,434	50,000	19,000	14.169,250	MEMENUHI	50,000	19,000	14.169,250	41,333	MEMENUHI	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,306	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
49,362	50,000	19,000	14.169,250	MEMENUHI	50,000	19,000	14.169,250	41,333	MEMENUHI	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,306	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
49,362	50,000	19,000	14.169,250	MEMENUHI	50,000	19,000	14.169,250	41,333	MEMENUHI	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,306	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
50,628	51,000	19,000	14.452,635	MEMENUHI	51,000	19,000	14.452,635	71,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-15,380	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
50,328	51,000	19,000	14.452,635	MEMENUHI	51,000	19,000	14.452,635	41,333	MEMENUHI	162,000	MEMENUHI	1 LAPIS	-15,380	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
69,970	70,000	19,000	19.836,950	MEMENUHI	70,000	19,000	19.836,950	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	-16,377	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#DIV/0!	#DIV/0!	-109,500	TIDAK MEMENUHI	#DIV/0!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
63,713	64,000	19,000	18.136,640	MEMENUHI	64,000	19,000	18.136,640	71,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-16,127	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
74,079	75,000	19,000	21.253,875	MEMENUHI	75,000	19,000	21.253,875	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	-16,554	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#DIV/0!	#DIV/0!	-109,500	TIDAK MEMENUHI	#DIV/0!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
74,079	75,000	19,000	21.253,875	MEMENUHI	75,000	19,000	21.253,875	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	-16,554	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
51,468	52,000	19,000	14.736,020	MEMENUHI	52,000	19,000	14.736,020	71,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-15,451	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
51,468	52,000	19,000	14.736,020	MEMENUHI	52,000	19,000	14.736,020	71,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-15,451	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS



566,770	#VALUE!	#VALUE!	188,923	#VALUE!	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
1.133,540	14.169,250	14.169,250	377,847	MEMENUHI	1.133,540	14.169,250	59,270	453.416,000	0,000	140.951.150,022	OK	996.345,563
1.133,540	14.452,635	14.452,635	377,847	MEMENUHI	1.133,540	14.452,635	59,270	453.416,000	0,000	140.951.150,022	OK	996.345,563
566,770	#VALUE!	#VALUE!	188,923	#VALUE!	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
1.133,540	14.452,635	14.452,635	377,847	MEMENUHI	1.133,540	14.452,635	59,270	453.416,000	0,000	140.951.150,022	OK	996.345,563
1.133,540	14.169,250	14.169,250	377,847	MEMENUHI	1.133,540	14.169,250	59,270	453.416,000	0,000	140.951.150,022	OK	996.345,563
566,770	#VALUE!	#VALUE!	188,923	#VALUE!	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
1.133,540	14.169,250	14.169,250	377,847	MEMENUHI	1.133,540	14.169,250	59,270	453.416,000	0,000	140.951.150,022	OK	996.345,563
1.133,540	14.169,250	14.169,250	377,847	MEMENUHI	1.133,540	14.169,250	59,270	453.416,000	0,000	140.951.150,022	OK	996.345,563
566,770	#VALUE!	#VALUE!	188,923	#VALUE!	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
1.133,540	14.169,250	14.169,250	377,847	MEMENUHI	1.133,540	14.169,250	59,270	453.416,000	0,000	140.951.150,022	OK	996.345,563
1.133,540	14.169,250	14.169,250	377,847	MEMENUHI	1.133,540	14.169,250	59,270	453.416,000	0,000	140.951.150,022	OK	996.345,563
566,770	#VALUE!	#VALUE!	188,923	#VALUE!	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
1.133,540	14.169,250	14.169,250	377,847	MEMENUHI	1.133,540	14.169,250	59,270	453.416,000	0,000	140.951.150,022	OK	996.345,563
850,155	14.452,635	14.452,635	283,385	MEMENUHI	850,155	14.452,635	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
566,770	#VALUE!	#VALUE!	188,923	#VALUE!	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
1.133,540	14.452,635	14.452,635	377,847	MEMENUHI	1.133,540	14.452,635	59,270	453.416,000	0,000	140.951.150,022	OK	996.345,563
566,770	19.836,950	19.836,950	188,923	MEMENUHI	566,770	19.836,950	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	996.345,563
283,385	#VALUE!	#VALUE!	94,462	#VALUE!	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
850,155	18.136,640	18.136,640	283,385	MEMENUHI	850,155	18.136,640	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
566,770	21.253,875	21.253,875	188,923	MEMENUHI	566,770	21.253,875	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	996.345,563
283,385	#VALUE!	#VALUE!	94,462	#VALUE!	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
566,770	21.253,875	21.253,875	188,923	MEMENUHI	566,770	21.253,875	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	996.345,563
850,155	14.736,020	14.736,020	283,385	MEMENUHI	850,155	14.736,020	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
566,770	#VALUE!	#VALUE!	188,923	#VALUE!	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
850,155	14.736,020	14.736,020	283,385	MEMENUHI	850,155	14.736,020	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
850,155	15.586,175	15.586,175	283,385	MEMENUHI	850,155	15.586,175	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
566,770	#VALUE!	#VALUE!	188,923	#VALUE!	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
850,155	15.019,405	15.019,405	283,385	MEMENUHI	850,155	15.019,405	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
850,155	15.019,405	15.019,405	283,385	MEMENUHI	850,155	15.019,405	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
566,770	#VALUE!	#VALUE!	188,923	#VALUE!	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
850,155	15.019,405	15.019,405	283,385	MEMENUHI	850,155	15.019,405	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
850,155	15.302,790	15.302,790	283,385	MEMENUHI	850,155	15.302,790	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
566,770	#VALUE!	#VALUE!	188,923	#VALUE!	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
850,155	15.019,405	15.019,405	283,385	MEMENUHI	850,155	15.019,405	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
850,155	14.736,020	14.736,020	283,385	MEMENUHI	850,155	14.736,020	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
566,770	#VALUE!	#VALUE!	188,923	#VALUE!	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
850,155	14.736,020	14.736,020	283,385	MEMENUHI	850,155	14.736,020	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
850,155	15.586,175	15.586,175	283,385	MEMENUHI	850,155	15.586,175	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
566,770	#VALUE!	#VALUE!	188,923	#VALUE!	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
850,155	15.019,405	15.019,405	283,385	MEMENUHI	850,155	15.019,405	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
566,770	21.820,645	21.820,645	188,923	MEMENUHI	566,770	21.820,645	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	996.345,563
283,385	#VALUE!	#VALUE!	94,462	#VALUE!	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
850,155	18.986,795	18.986,795	283,385	MEMENUHI	850,155	18.986,795	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
566,770	22.387,415	22.387,415	188,923	MEMENUHI	566,770	22.387,415	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	996.345,563
283,385	#VALUE!	#VALUE!	94,462	#VALUE!	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
566,770	22.387,415	22.387,415	188,923	MEMENUHI	566,770	22.387,415	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	996.345,563
850,155	15.302,790	15.302,790	283,385	MEMENUHI	850,155	15.302,790	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
566,770	#VALUE!	#VALUE!	188,923	#VALUE!	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
850,155	15.302,790	15.302,790	283,385	MEMENUHI	850,155	15.302,790	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
850,155	16.436,330	16.436,330	283,385	MEMENUHI	850,155	16.436,330	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563



2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-235.079.857,885	-836.583,124	367,009	TIDAK OK	-2.233,867	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	159.762,438
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-177.072.072,035	-630.149,723	367,009	TIDAK OK	-1.682,643	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	366.195,840
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-178.890.274,535	-636.620,194	367,009	TIDAK OK	-1.699,920	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	359.725,368
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-237.472.210,648	-845.096,835	367,009	TIDAK OK	-2.256,600	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	151.248,727
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-178.481.950,785	-635.167,085	367,009	TIDAK OK	-1.696,040	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	361.178,478
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-177.308.264,535	-630.990,265	367,009	TIDAK OK	-1.684,887	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	365.355,297
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-237.011.990,760	-843.459,042	367,009	TIDAK OK	-2.252,227	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	152.886,521
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-177.308.264,535	-630.990,265	367,009	TIDAK OK	-1.684,887	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	365.355,297
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-176.758.835,785	-629.035,003	367,009	TIDAK OK	-1.679,666	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	367.310,560
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-235.912.462,323	-839.546,129	367,009	TIDAK OK	-2.241,779	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	156.799,433
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-176.758.835,785	-629.035,003	367,009	TIDAK OK	-1.679,666	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	367.310,560
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-176.591.365,785	-628.439,024	367,009	TIDAK OK	-1.678,075	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	367.906,538
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-237.318.788,685	-844.550,849	367,009	TIDAK OK	-2.255,142	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	151.794,713
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-176.591.365,785	-628.439,024	367,009	TIDAK OK	-1.678,075	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	367.906,538
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-179.161.704,535	-637.586,137	367,009	TIDAK OK	-1.702,500	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	358.759,425
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-234.612.052,335	-834.918,336	367,009	TIDAK OK	-2.229,421	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	161.427,227
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-178.553.004,535	-635.419,945	367,009	TIDAK OK	-1.696,715	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	360.925,618
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-218.158.758,285	-776.365,688	367,009	TIDAK OK	-2.073,073	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	219.979,875
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-262.093.818,485	-932.718,215	367,009	TIDAK OK	-2.490,569	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	63.627,347
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-205.452.329,535	-731.147,080	367,009	TIDAK OK	-1.952,329	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	265.198,482
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-226.411.184,535	-805.733,753	367,009	TIDAK OK	-2.151,492	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	190.611,810
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-266.405.211,185	-948.061,250	367,009	TIDAK OK	-2.531,539	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	48.284,313
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-226.411.184,535	-805.733,753	367,009	TIDAK OK	-2.151,492	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	190.611,810
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-180.804.925,785	-643.433,900	367,009	TIDAK OK	-1.718,115	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	352.911,663
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-234.916.821,410	-836.002,923	367,009	TIDAK OK	-2.232,318	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	160.342,639
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-180.804.925,785	-643.433,900	367,009	TIDAK OK	-1.718,115	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	352.911,663
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-186.529.649,535	-663.806,582	367,009	TIDAK OK	-1.772,514	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	332.538,981
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-237.467.148,648	-845.078,821	367,009	TIDAK OK	-2.256,552	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	151.266,742
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-183.149.277,035	-651.776,787	367,009	TIDAK OK	-1.740,392	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	344.568,776
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-183.336.168,285	-652.441,880	367,009	TIDAK OK	-1.742,168	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	343.903,682
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-237.122.759,423	-843.853,236	367,009	TIDAK OK	-2.253,280	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	152.492,326
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-183.336.168,285	-652.441,880	367,009	TIDAK OK	-1.742,168	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	343.903,682
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-184.213.035,785	-655.562,405	367,009	TIDAK OK	-1.750,500	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	340.783,158
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-236.111.994,673	-840.256,209	367,009	TIDAK OK	-2.243,675	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	156.089,354
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-182.656.114,535	-650.021,760	367,009	TIDAK OK	-1.735,706	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	346.323,803
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-181.541.129,535	-646.053,842	367,009	TIDAK OK	-1.725,110	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	350.291,721
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-237.364.673,723	-844.714,141	367,009	TIDAK OK	-2.255,578	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	151.631,421
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-181.541.129,535	-646.053,842	367,009	TIDAK OK	-1.725,110	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	350.291,721
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-187.413.735,785	-666.952,796	367,009	TIDAK OK	-1.780,915	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	329.392,766
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-234.455.882,435	-834.362,571	367,009	TIDAK OK	-2.227,937	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	161.982,992
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-182.141.337,035	-648.189,812	367,009	TIDAK OK	-1.730,814	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	348.155,751
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-231.138.644,535	-822.557,454	367,009	TIDAK OK	-2.196,415	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	173.788,109
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-262.139.525,998	-932.880,875	367,009	TIDAK OK	-2.491,004	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	63.464,687
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-211.950.963,285	-754.273,891	367,009	TIDAK OK	-2.014,082	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	242.071,672
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-235.685.665,535	-838.739,023	367,009	TIDAK OK	-2.239,624	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	157.606,539
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-266.580.179,960	-948.683,914	367,009	TIDAK OK	-2.533,201	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	47.661,648
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-235.685.665,535	-838.739,023	367,009	TIDAK OK	-2.239,624	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	157.606,539
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-184.965.855,785	-658.241,480	367,009	TIDAK OK	-1.757,654	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	338.104,083
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-233.776.762,648	-831.945,775	367,009	TIDAK OK	-2.221,484	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	164.399,788
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-184.965.855,785	-658.241,480	367,009	TIDAK OK	-1.757,654	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	338.104,083
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-192.223.379,535	-684.068,966	367,009	TIDAK OK	-1.826,619	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	312.276,596



399,406	3,000	13,023	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,130	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
915,490	4,000	17,075	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,797	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
899,313	4,000	16,924	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,745	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
378,122	3,000	12,671	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,061	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
902,946	4,000	16,958	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,757	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
913,388	4,000	17,055	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,791	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
382,216	3,000	12,740	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,074	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
913,388	4,000	17,055	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,791	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
918,276	4,000	17,101	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,806	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
391,999	3,000	12,902	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,106	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
918,276	4,000	17,101	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,806	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
919,766	4,000	17,115	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,811	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
379,487	3,000	12,694	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,065	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
919,766	4,000	17,115	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,811	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
896,899	4,000	16,901	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,737	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
403,568	3,000	13,091	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,143	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
902,314	4,000	16,952	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,755	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
549,950	4,000	13,234	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,616	0,004	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
159,068	3,000	8,219	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	0,353	0,001	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
662,996	4,000	14,531	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,982	0,005	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,005
476,530	4,000	12,319	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,379	0,004	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
120,711	3,000	7,159	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	0,229	0,001	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
476,530	4,000	12,319	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,379	0,004	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
882,279	4,000	16,762	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,690	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
400,857	3,000	13,047	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,134	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
882,279	4,000	16,762	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,690	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
831,347	4,000	16,271	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,526	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
378,167	3,000	12,672	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,061	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
861,422	4,000	16,563	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,623	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
859,759	4,000	16,547	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,617	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
381,231	3,000	12,723	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,071	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
859,759	4,000	16,547	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,617	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
851,958	4,000	16,472	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,592	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
390,223	3,000	12,872	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,100	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
865,810	4,000	16,605	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,637	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
875,729	4,000	16,700	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,669	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
379,079	3,000	12,687	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,064	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
875,729	4,000	16,700	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,669	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
823,482	4,000	16,194	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,500	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
404,957	3,000	13,113	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,148	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
870,389	4,000	16,649	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,652	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
434,470	4,000	11,763	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,243	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
158,662	3,000	8,208	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	0,352	0,001	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
605,179	4,000	13,883	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,795	0,005	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,005
394,016	4,000	11,202	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,112	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
119,154	3,000	7,113	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	0,224	0,001	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
394,016	4,000	11,202	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,112	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
845,260	4,000	16,407	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,570	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
410,999	3,000	13,211	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,167	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
845,260	4,000	16,407	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,570	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
780,691	4,000	15,768	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,362	0,006	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,006



357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	456,201	1,610	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	98,676	0,348
758,581	2,677	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	857,257	3,025	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	0,000	98,676	0,348
743,491	2,624	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	841,846	2,971	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	98,356	0,347
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	455,881	1,609	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	98,356	0,347
746,876	2,636	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	845,232	2,983	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	98,356	0,347
756,618	2,670	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	849,382	2,997	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	92,764	0,327
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	450,289	1,589	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	92,764	0,327
756,618	2,670	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	849,382	2,997	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	92,764	0,327
761,184	2,686	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	853,458	3,012	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	0,000	92,274	0,326
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	449,799	1,587	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	92,274	0,326
761,184	2,686	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	853,458	3,012	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	0,000	92,274	0,326
762,577	2,691	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	857,642	3,026	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	0,000	95,065	0,335
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	452,590	1,597	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	95,065	0,335
762,577	2,691	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	857,642	3,026	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	0,000	95,065	0,335
741,241	2,616	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	836,524	2,952	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	95,282	0,336
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	452,807	1,598	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	95,282	0,336
746,287	2,633	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	841,569	2,970	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	95,282	0,336
426,714	1,506	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	560,988	1,980	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	134,275	0,474
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	491,800	1,735	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	134,275	0,474
527,381	1,861	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	661,655	2,335	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	134,275	0,474
362,216	1,278	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	509,084	1,796	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	146,868	0,518
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	504,393	1,780	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	146,868	0,518
362,216	1,278	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	509,084	1,796	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	146,868	0,518
727,643	2,568	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	831,532	2,934	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	103,889	0,367
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	461,414	1,628	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	103,889	0,367
727,643	2,568	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	831,532	2,934	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	103,889	0,367
680,516	2,401	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	783,609	2,765	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	103,093	0,364
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	460,618	1,625	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	103,093	0,364
708,298	2,499	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	811,390	2,863	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	103,093	0,364
706,758	2,494	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	804,974	2,841	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	98,215	0,347
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	455,740	1,608	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	98,215	0,347
706,758	2,494	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	804,974	2,841	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	98,215	0,347
699,541	2,469	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	797,208	2,813	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	97,668	0,345
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	455,193	1,606	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	97,668	0,345
712,362	2,514	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	810,029	2,858	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	97,668	0,345
721,561	2,546	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	821,372	2,898	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	99,811	0,352
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	457,336	1,614	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	99,811	0,352
721,561	2,546	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	821,372	2,898	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	99,811	0,352
673,272	2,376	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	773,197	2,728	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	99,925	0,353
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	457,450	1,614	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	99,925	0,353
716,607	2,529	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	816,532	2,881	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	99,925	0,353
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	495,541	1,749	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	138,016	0,487
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	495,541	1,749	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	138,016	0,487
475,685	1,679	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	613,702	2,166	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	138,016	0,487
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	505,299	1,783	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	147,774	0,521
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	505,299	1,783	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	147,774	0,521
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	505,299	1,783	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	147,774	0,521
693,351	2,447	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	814,108	2,873	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	120,756	0,426
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	478,281	1,688	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	120,756	0,426
693,351	2,447	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	814,108	2,873	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	120,756	0,426
634,019	2,237	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	741,575	2,617	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	107,557	0,380



[illegible]



188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506
377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	OK						
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	OK	1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK						
377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	OK						
377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506
377,847	MEMENUHI	1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	OK						
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK						
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK						
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK						
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	OK						
188,923	MEMENUHI	566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	OK	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626
283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101							



1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	62.202,080	79.479,893	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						62.202,080	123.330,868	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	62.479,720	107.574,019	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						62.479,720	69.325,479	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	62.479,720	107.574,019	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						63.042,050	108.136,349	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	63.042,050	69.687,869	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						63.042,050	108.136,349	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	63.194,390	124.323,178	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						63.194,390	80.119,381	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	63.194,390	124.323,178	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						61.878,370	123.007,158	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
1.133,540	566,770	29,635	226.708,000	226.708,000	137.539.772,506	61.878,370	79.271,279	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						61.878,370	123.007,158	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	63.350,510	108.444,809	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						63.350,510	69.886,655	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	63.350,510	108.444,809	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						33.656,810	88.712,517	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	33.656,810	41.399,175	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						33.656,810	88.712,517	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	23.920,740	66.390,705	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						23.920,740	30.982,329	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	23.920,740	66.390,705	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						61.529,630	106.623,929	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	61.529,630	68.713,199	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						61.529,630	106.623,929	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	61.949,120	107.043,419	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						61.949,120	68.983,537	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	61.949,120	107.043,419	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						62.430,820	107.525,119	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	62.430,820	69.293,966	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						62.430,820	107.525,119	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	62.425,590	107.519,889	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						62.425,590	69.290,595	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	62.425,590	107.519,889	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						61.457,200	106.551,499	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	61.457,200	68.666,522	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						61.457,200	106.551,499	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	62.478,240	107.572,539	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						62.478,240	69.324,525	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	62.478,240	107.572,539	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						61.457,200	116.512,907	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	61.457,200	54.372,690	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						61.457,200	116.512,907	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	62.478,240	104.948,205	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						62.478,240	48.975,829	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	62.478,240	104.948,205	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						35.316,370	80.410,669	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	35.316,370	51.820,209	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						35.316,370	80.410,669	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						24.421,880	69.516,179	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062



79.479,893	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	79.479,893	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	79.479,893	≤	95.474,824
123.330,868	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	123.330,868	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	123.330,868	≤	95.474,824
107.574,019	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	107.574,019	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	107.574,019	≤	95.474,824
69.325,479	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	69.325,479	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	69.325,479	≤	95.474,824
107.574,019	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	107.574,019	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	107.574,019	≤	95.474,824
108.136,349	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	108.136,349	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	108.136,349	≤	95.474,824
69.687,869	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	69.687,869	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	69.687,869	≤	95.474,824
108.136,349	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	108.136,349	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	108.136,349	≤	95.474,824
124.323,178	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	124.323,178	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	124.323,178	≤	95.474,824
80.119,381	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	80.119,381	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	80.119,381	≤	95.474,824
124.323,178	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	124.323,178	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	124.323,178	≤	95.474,824
123.007,158	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	123.007,158	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	123.007,158	≤	95.474,824
79.271,279	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	79.271,279	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	79.271,279	≤	95.474,824
123.007,158	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	123.007,158	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	123.007,158	≤	95.474,824
108.444,809	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	108.444,809	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	108.444,809	≤	95.474,824
69.886,655	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	69.886,655	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	69.886,655	≤	95.474,824
108.444,809	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	108.444,809	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	108.444,809	≤	95.474,824
88.712,517	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	88.712,517	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	88.712,517	≤	95.474,824
41.399,175	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	41.399,175	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	41.399,175	≤	95.474,824
88.712,517	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	88.712,517	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	88.712,517	≤	95.474,824
66.390,705	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	66.390,705	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	66.390,705	≤	95.474,824
30.982,329	≤	34.968,662	MEMENUHI	34.968,662	≤	30.982,329	≤	69.937,324	TIDAK MEMENUHI	69.937,324	≤	30.982,329	≤	95.474,824
66.390,705	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	66.390,705	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	66.390,705	≤	95.474,824
106.623,929	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	106.623,929	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	106.623,929	≤	95.474,824
68.713,199	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	68.713,199	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	68.713,199	≤	95.474,824
106.623,929	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	106.623,929	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	106.623,929	≤	95.474,824
107.043,419	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	107.043,419	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	107.043,419	≤	95.474,824
68.983,537	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	68.983,537	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	68.983,537	≤	95.474,824
107.043,419	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	107.043,419	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	107.043,419	≤	95.474,824
107.525,119	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	107.525,119	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	107.525,119	≤	95.474,824
69.293,966	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	69.293,966	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	69.293,966	≤	95.474,824
107.525,119	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	107.525,119	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	107.525,119	≤	95.474,824
107.519,889	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	107.519,889	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	107.519,889	≤	95.474,824
69.290,595	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	69.290,595	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	69.290,595	≤	95.474,824
107.519,889	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	107.519,889	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	107.519,889	≤	95.474,824
106.551,499	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	106.551,499	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	106.551,499	≤	95.474,824
68.666,522	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	68.666,522	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	68.666,522	≤	95.474,824
106.551,499	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	106.551,499	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	106.551,499	≤	95.474,824
107.572,539	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	107.572,539	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	107.572,539	≤	95.474,824
69.324,525	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	69.324,525	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	69.324,525	≤	95.474,824
107.572,539	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	107.572,539	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	107.572,539	≤	95.474,824
116.512,907	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	116.512,907	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	116.512,907	≤	95.474,824
54.372,690	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	54.372,690	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	54.372,690	≤	95.474,824
116.512,907	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	116.512,907	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	116.512,907	≤	95.474,824
104.948,205	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	104.948,205	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	104.948,205	≤	95.474,824
48.975,829	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	48.975,829	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	48.975,829	≤	95.474,824
104.948,205	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	104.948,205	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	104.948,205	≤	95.474,824
80.410,669	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	80.410,669	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	80.410,669	≤	95.474,824
51.820,209	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	51.820,209	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	51.820,209	≤	95.474,824
80.410,669	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	80.410,669	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	80.410,669	≤	95.474,824
69.516,179	<	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	<	69.516,179	<	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	<	69.516,179	<	95.474,824



MEMENUHI	95.474,824	≤	79.479,893	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	79.479,893	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	123.330,868	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	123.330,868	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	107.574,019	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	107.574,019	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	69.325,479	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	69.325,479	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	107.574,019	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	107.574,019	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	108.136,349	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	108.136,349	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	69.687,869	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	69.687,869	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	108.136,349	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	108.136,349	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	124.323,178	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	124.323,178	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
MEMENUHI	95.474,824	≤	80.119,381	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	80.119,381	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	124.323,178	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	124.323,178	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	123.007,158	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	123.007,158	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
MEMENUHI	95.474,824	≤	79.271,279	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	79.271,279	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	123.007,158	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	123.007,158	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	108.444,809	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	108.444,809	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	69.886,655	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	69.886,655	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	108.444,809	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	108.444,809	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
MEMENUHI	95.474,824	≤	88.712,517	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	88.712,517	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	41.399,175	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	41.399,175	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
MEMENUHI	95.474,824	≤	88.712,517	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	88.712,517	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	66.390,705	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	66.390,705	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	30.982,329	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	30.982,329	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	66.390,705	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	66.390,705	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	106.623,929	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	106.623,929	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	68.713,199	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	68.713,199	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	106.623,929	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	106.623,929	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	107.043,419	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	107.043,419	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	68.983,537	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	68.983,537	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	107.043,419	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	107.043,419	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	107.525,119	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	107.525,119	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	69.293,966	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	69.293,966	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	107.525,119	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	107.525,119	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	107.519,889	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	107.519,889	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	69.290,595	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	69.290,595	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	107.519,889	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	107.519,889	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	106.551,499	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	106.551,499	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	68.666,522	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	68.666,522	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	106.551,499	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	106.551,499	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	107.572,539	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	107.572,539	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	69.324,525	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	69.324,525	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	107.572,539	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	107.572,539	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	116.512,907	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	116.512,907	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	54.372,690	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	54.372,690	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	116.512,907	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	116.512,907	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	104.948,205	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	104.948,205	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	48.975,829	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	48.975,829	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	104.948,205	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	104.948,205	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
MEMENUHI	95.474,824	≤	80.410,669	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	80.410,669	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	51.820,209	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	51.820,209	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
MEMENUHI	95.474,824	≤	80.410,669	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	80.410,669	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	69.516,179	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	69.516,179	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI



[illegible]



[illegible]



300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	985,474	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	268,049
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	925,911	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	251,848
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.212,356	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	329,761
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	984,781	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	267,860
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.217,231	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	331,087
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.223,208	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	332,713
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	972,703	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	264,575
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.223,208	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	332,713
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	921,809	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	250,732
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	971,644	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	264,287
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	921,809	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	250,732
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	926,327	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	251,961
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	977,673	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	265,927
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	926,327	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	251,961
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.204,690	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	327,676
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	978,142	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	266,054
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.211,956	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	329,652
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.211,832	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	329,618
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.062,372	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	288,965
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	952,860	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	259,178
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.099,709	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	299,121
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.089,575	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	296,364
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.099,709	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	299,121
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.197,502	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	325,720
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	996,734	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	271,112
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.197,502	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	325,720
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.128,486	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	306,948
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	995,014	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	270,644
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.168,495	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	317,831
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.159,255	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	315,317
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	984,478	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	267,778
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.159,255	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	315,317
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.148,072	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	312,275
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	983,294	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	267,456
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.166,535	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	317,298
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.182,870	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	321,741
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	987,925	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	268,716
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.182,870	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	321,741
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.113,493	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	302,870
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	988,171	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	268,783
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.175,900	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	319,845
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.070,455	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	291,164
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.070,455	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	291,164
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	883,801	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	240,394
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.091,533	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	296,897
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.091,533	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	296,897
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.091,533	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	296,897
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.172,409	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	318,895
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.033,170	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	281,022
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.172,409	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	318,895
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.067,954	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	290,483



[illegible]



	Memanjang	432,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	8.122.340,990	10.829.787,987	24.421,880
												Tump. Kanan	8.122.340,990	10.829.787,987	24.421,880
	Memanjang	433,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Tump. Kiri	8.769.841,240	11.693.121,653	63.236,240
												Lapangan	8.769.841,240	11.693.121,653	63.236,240
	Memanjang	434,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Tump. Kanan	8.769.841,240	11.693.121,653	63.236,240
												Tump. Kiri	8.440.730,070	11.254.306,760	63.680,160
	Memanjang	435,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	8.440.730,070	11.254.306,760	63.680,160
												Tump. Kanan	8.440.730,070	11.254.306,760	63.680,160
	Memanjang	436,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Tump. Kiri	8.340.162,690	11.120.216,920	63.276,840
												Lapangan	8.340.162,690	11.120.216,920	63.276,840
	Memanjang	437,000	300,000	400,000	340,500	59,500	3.000,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Tump. Kanan	8.340.162,690	11.120.216,920	63.276,840
												Tump. Kiri	8.322.712,890	11.096.950,520	64.201,230
	Memanjang	438,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	8.322.712,890	11.096.950,520	64.201,230
												Tump. Kanan	8.322.712,890	11.096.950,520	64.201,230
	Memanjang	439,000	300,000	400,000	340,500	59,500	3.000,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Tump. Kiri	3.551.285,310	4.735.047,080	63.115,690
												Lapangan	3.551.285,310	4.735.047,080	63.115,690
	Memanjang	440,000	300,000	400,000	340,500	59,500	3.000,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Tump. Kanan	3.551.285,310	4.735.047,080	63.115,690
												Tump. Kiri	1.949.935,220	2.599.913,627	64.056,490
	Memanjang	441,000	300,000	400,000	340,500	59,500	3.000,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	1.949.935,220	2.599.913,627	64.056,490
												Tump. Kanan	1.949.935,220	2.599.913,627	64.056,490
	Memanjang	442,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Tump. Kiri	2.724.351,220	3.632.468,293	36.938,940
												Lapangan	2.724.351,220	3.632.468,293	36.938,940
	Memanjang	443,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Tump. Kanan	2.724.351,220	3.632.468,293	36.938,940
												Tump. Kiri	2.886.592,400	3.848.789,867	20.327,490
	Memanjang	444,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	2.886.592,400	3.848.789,867	20.327,490
												Tump. Kanan	2.886.592,400	3.848.789,867	20.327,490
	Memanjang	445,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Tump. Kiri	2.683.268,900	3.577.691,867	32.513,140
												Lapangan	2.683.268,900	3.577.691,867	32.513,140
	Memanjang	446,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Tump. Kanan	2.683.268,900	3.577.691,867	32.513,140
												Tump. Kiri	2.756.271,040	3.675.028,053	30.660,790
	Memanjang	447,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	2.756.271,040	3.675.028,053	30.660,790
												Tump. Kanan	2.756.271,040	3.675.028,053	30.660,790
	Memanjang	448,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Tump. Kiri	2.955.331,220	3.940.441,627	32.755,020
												Lapangan	2.955.331,220	3.940.441,627	32.755,020
	Memanjang	449,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Tump. Kanan	2.955.331,220	3.940.441,627	32.755,020
												Tump. Kiri	2.801.804,050	3.735.738,733	32.485,510
	Memanjang	450,000	300,000	400,000	340,500	59,500	4.500,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Lapangan	2.801.804,050	3.735.738,733	32.485,510
												Tump. Kanan	2.801.804,050	3.735.738,733	32.485,510
	Memanjang	451,000	300,000	400,000	340,500	59,500	3.000,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Tump. Kiri	2.072.983,810	2.763.978,413	31.161,450
												Lapangan	2.072.983,810	2.763.978,413	31.161,450
	Memanjang	452,000	300,000	400,000	340,500	59,500	3.000,000	120.000,000	1.400,000	65.100,000	1.040,000	Tump. Kanan	2.072.983,810	2.763.978,413	31.161,450
												Tump. Kiri	2.072.983,810	2.763.978,413	31.161,450



[illegible]



AI Min	430,226	107,557	215,113	1,070	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	30.327.291,600	37.909.114,500	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	430,226	107,557	215,113	1,070	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	68.973.552,000	86.216.940,000	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	409,944	102,486	204,972	1,020	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	68.251.876,000	85.314.845,000	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	409,944	102,486	204,972	1,020	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	29.991.024,530	37.488.780,663	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	409,944	102,486	204,972	1,020	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	68.251.876,600	85.314.845,750	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	420,253	105,063	210,126	1,046	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	67.337.871,000	84.172.338,750	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	420,253	105,063	210,126	1,046	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	31.448.070,610	39.310.088,263	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	420,253	105,063	210,126	1,046	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	69.660.519,000	87.075.648,750	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	423,403	105,851	211,701	1,053	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	70.229.016,000	87.786.270,000	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	423,403	105,851	211,701	1,053	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	30.329.109,530	37.911.386,913	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	423,403	105,851	211,701	1,053	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	70.229.016,000	87.786.270,000	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	423,950	105,987	211,975	1,055	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	64.750.994,000	80.938.742,500	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	423,950	105,987	211,975	1,055	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	32.795.569,710	40.994.462,138	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	423,950	105,987	211,975	1,055	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	69.955.759,000	87.444.698,750	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	573,411	143,353	286,706	1,427	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	25.531.411,300	31.914.264,125	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	573,411	143,353	286,706	1,427	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	9.620.323,880	12.025.404,850	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	573,411	143,353	286,706	1,427	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	43.108.929,000	53.886.161,250	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	623,573	155,893	311,786	1,551	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	19.165.506,100	23.956.882,625	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	623,573	155,893	311,786	1,551	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	7.111.156,470	8.888.945,588	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	623,573	155,893	311,786	1,551	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	19.165.506,100	23.956.882,625	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	599,315	149,829	299,657	1,491	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	42.700.364,000	53.375.455,000	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	599,315	149,829	299,657	1,491	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	17.777.839,260	22.222.299,075	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	599,315	149,829	299,657	1,491	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	42.700.364,000	53.375.455,000	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	594,233	148,558	297,116	1,478	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	28.485.026,900	35.606.283,625	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	594,233	148,558	297,116	1,478	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	15.771.689,340	19.714.611,675	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	594,233	148,558	297,116	1,478	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	40.558.252,000	50.697.815,000	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	600,602	150,150	300,301	1,494	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	38.714.613,000	48.393.266,250	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	600,602	150,150	300,301	1,494	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	17.157.416,330	21.446.770,413	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	600,602	150,150	300,301	1,494	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	38.714.613,000	48.393.266,250	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	598,315	149,579	299,157	1,489	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	32.555.074,000	40.693.842,500	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	598,315	149,579	299,157	1,489	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	16.946.423,940	21.183.029,925	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	598,315	149,579	299,157	1,489	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	38.987.066,000	48.733.832,500	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	592,079	148,020	296,040	1,473	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	33.424.720,000	41.780.900,000	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	592,079	148,020	296,040	1,473	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	15.803.952,400	19.754.940,500	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	592,079	148,020	296,040	1,473	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	41.305.857,000	51.632.321,250	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	596,888	149,222	298,444	1,485	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	28.002.021,300	35.002.526,625	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	596,888	149,222	298,444	1,485	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	18.007.786,280	22.509.732,850	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	596,888	149,222	298,444	1,485	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	39.527.581,000	49.409.476,250	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	619,718	154,930	309,859	1,542	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	11.464.588,100	14.330.735,125	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	619,718	154,930	309,859	1,542	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	6.889.158,840	8.611.448,550	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375
AI Min	619,718	154,930	309,859	1,542	2,000	16,000	401,920	MEMENUHI	23.851.624,200	29.814.530,250	204,300	153,225	59,500	102,150	664.230,375



1.660,576	197.333.711,245	-159.424.596,745	TUNGGAL	-567.347,319	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.418,368	242,208	0,855	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-111.116.771,245	TUNGGAL	-395.433,350	250,514	LELEH	0,000	0,002	15.507,190	-988,583	671,993	2,371	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-112.018.866,245	TUNGGAL	-398.643,652	250,514	LELEH	0,000	0,002	15.633,084	-996,609	663,967	2,343	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-159.844.930,582	TUNGGAL	-568.843,169	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.422,108	238,468	0,841	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-112.018.865,495	TUNGGAL	-398.643,649	250,514	LELEH	0,000	0,002	15.633,084	-996,609	663,967	2,343	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-113.161.372,495	TUNGGAL	-402.709,511	250,514	LELEH	0,000	0,002	15.792,530	-1.006,774	653,802	2,307	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-158.023.622,982	TUNGGAL	-562.361,648	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.405,904	254,672	0,899	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-110.258.062,495	TUNGGAL	-392.377,447	250,514	LELEH	0,000	0,002	15.387,351	-980,944	679,632	2,398	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-109.547.441,245	TUNGGAL	-389.848,545	250,514	LELEH	0,000	0,002	15.288,178	-974,621	685,955	2,421	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-159.422.324,332	TUNGGAL	-567.339,232	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.418,348	242,228	0,855	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-109.547.441,245	TUNGGAL	-389.848,545	250,514	LELEH	0,000	0,002	15.288,178	-974,621	685,955	2,421	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-116.394.968,745	TUNGGAL	-414.216,971	250,514	LELEH	0,000	0,002	16.243,803	-1.035,542	625,034	2,206	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-156.339.249,107	TUNGGAL	-556.367,435	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.390,919	269,657	0,952	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-109.889.012,495	TUNGGAL	-391.064,101	250,514	LELEH	0,000	0,002	15.335,847	-977,660	682,916	2,410	3,000	19,000	850,155
1.660,576	197.333.711,245	-165.419.447,120	TUNGGAL	-588.681,306	250,514	LELEH	0,000	0,002	23.085,541	-1.471,703	188,873	0,666	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-185.308.306,395	TUNGGAL	-659.460,165	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.648,650	11,926	0,042	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-143.447.549,995	TUNGGAL	-510.489,502	250,514	LELEH	0,000	0,002	20.019,196	-1.276,224	384,352	1,356	2,000	19,000	566,770
1.660,576	197.333.711,245	-173.376.828,620	TUNGGAL	-616.999,390	250,514	LELEH	0,000	0,002	24.196,055	-1.542,498	118,077	0,417	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-188.444.765,657	TUNGGAL	-670.621,942	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.676,555	-15,979	-0,056	-1,000	19,000	-283,385
1.660,576	197.333.711,245	-173.376.828,620	TUNGGAL	-616.999,390	250,514	LELEH	0,000	0,002	24.196,055	-1.542,498	118,077	0,417	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-143.958.256,245	TUNGGAL	-512.306,962	250,514	LELEH	0,000	0,002	20.090,469	-1.280,767	379,809	1,340	2,000	19,000	566,770
1.660,576	197.333.711,245	-175.111.412,170	TUNGGAL	-623.172,285	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.557,931	102,645	0,362	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-143.958.256,245	TUNGGAL	-512.306,962	250,514	LELEH	0,000	0,002	20.090,469	-1.280,767	379,809	1,340	2,000	19,000	566,770
1.660,576	197.333.711,245	-161.727.427,620	TUNGGAL	-575.542,447	250,514	LELEH	0,000	0,002	22.570,292	-1.438,856	221,720	0,782	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-177.619.099,570	TUNGGAL	-632.096,440	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.580,241	80,335	0,283	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-146.635.896,245	TUNGGAL	-521.835,930	250,514	LELEH	0,000	0,002	20.464,154	-1.304,590	355,986	1,256	2,000	19,000	566,770
1.660,576	197.333.711,245	-148.940.444,995	TUNGGAL	-530.037,171	250,514	LELEH	0,000	0,002	20.785,771	-1.325,093	335,483	1,184	2,000	19,000	566,770
1.660,576	197.333.711,245	-175.886.940,832	TUNGGAL	-625.932,174	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.564,830	95,746	0,338	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-148.940.444,995	TUNGGAL	-530.037,171	250,514	LELEH	0,000	0,002	20.785,771	-1.325,093	335,483	1,184	2,000	19,000	566,770
1.660,576	197.333.711,245	-156.639.868,745	TUNGGAL	-557.437,255	250,514	LELEH	0,000	0,002	21.860,285	-1.393,593	266,983	0,942	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-176.150.681,320	TUNGGAL	-626.870,752	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.567,177	93,399	0,330	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-148.599.878,745	TUNGGAL	-528.825,191	250,514	LELEH	0,000	0,002	20.738,243	-1.322,063	338,513	1,195	2,000	19,000	566,770
1.660,576	197.333.711,245	-155.552.811,245	TUNGGAL	-553.568,723	250,514	LELEH	0,000	0,002	21.708,577	-1.383,922	276,654	0,976	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-177.578.770,745	TUNGGAL	-631.952,921	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.579,882	80,694	0,285	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-145.701.389,995	TUNGGAL	-518.510,285	250,514	LELEH	0,000	0,002	20.333,737	-1.296,276	364,300	1,286	2,000	19,000	566,770
1.660,576	197.333.711,245	-162.331.184,620	TUNGGAL	-577.691,048	250,514	LELEH	0,000	0,002	22.654,551	-1.444,228	216,348	0,763	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-174.823.978,395	TUNGGAL	-622.149,389	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.555,373	105,202	0,371	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-147.924.234,995	TUNGGAL	-526.420,765	250,514	LELEH	0,000	0,002	20.643,952	-1.316,052	344,524	1,216	2,000	19,000	566,770
1.660,576	197.333.711,245	-183.002.976,120	TUNGGAL	-651.256,143	250,514	LELEH	0,000	0,002	25.539,457	-1.628,140	32,436	0,114	1,000	19,000	283,385
1.660,576	197.333.711,245	-188.722.262,695	TUNGGAL	-671.609,476	250,514	LELEH	Memanjang	0,002	#VALUE!	-1.679,024	-18,448	-0,065	-1,000	19,000	-283,385
1.660,576	197.333.711,245	-167.519.180,995	TUNGGAL	-596.153,669	250,514	LELEH	0,000	0,002	23.378,575	-1.490,384	170,192	0,601	1,000	19,000	283,385



MEMENUHI	349,764	1,234	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	779,549	2,751	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	15.507,190	54,721	55,000	19,000	15.586,175	MEMENUHI	15.614,747
MEMENUHI	766,453	2,705	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	15.633,084	55,166	56,000	19,000	15.869,560	MEMENUHI	15.735,570
MEMENUHI	340,954	1,203	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	766,453	2,705	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	15.633,084	55,166	56,000	19,000	15.869,560	MEMENUHI	15.735,570
MEMENUHI	758,865	2,678	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	15.792,530	55,728	56,000	19,000	15.869,560	MEMENUHI	15.897,593
MEMENUHI	359,735	1,269	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	784,696	2,769	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	15.387,351	54,298	55,000	19,000	15.586,175	MEMENUHI	15.492,414
MEMENUHI	791,805	2,794	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	15.288,178	53,948	54,000	19,000	15.302,790	MEMENUHI	15.394,029
MEMENUHI	348,079	1,228	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	791,805	2,794	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	15.288,178	53,948	54,000	19,000	15.302,790	MEMENUHI	15.394,029
MEMENUHI	731,021	2,580	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	16.243,803	57,321	58,000	19,000	16.436,330	MEMENUHI	16.349,790
MEMENUHI	375,645	1,326	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	788,903	2,784	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	15.335,847	54,117	55,000	19,000	15.586,175	MEMENUHI	15.441,835
MEMENUHI	332,226	1,172	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	23.085,541	81,464	82,000	19,000	23.237,570	MEMENUHI	23.228,894
MEMENUHI	155,278	0,548	1,000	19,000	283,385	MEMENUHI	1,000	19,000	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	527,705	1,862	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	20.019,196	70,643	71,000	19,000	20.120,335	MEMENUHI	20.162,549
MEMENUHI	273,971	0,967	1,000	19,000	283,385	MEMENUHI	1,000	19,000	283,385	24.196,055	85,382	86,000	19,000	24.371,110	MEMENUHI	24.351,948
DAK MEMENU	139,914	0,494	1,000	19,000	283,385	MEMENUHI	1,000	19,000	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	273,971	0,967	1,000	19,000	283,385	MEMENUHI	1,000	19,000	283,385	24.196,055	85,382	86,000	19,000	24.371,110	MEMENUHI	24.351,948
MEMENUHI	529,637	1,869	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	20.090,469	70,895	71,000	19,000	20.120,335	MEMENUHI	20.240,298
MEMENUHI	252,474	0,891	1,000	19,000	283,385	MEMENUHI	1,000	19,000	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	529,637	1,869	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	20.090,469	70,895	71,000	19,000	20.120,335	MEMENUHI	20.240,298
MEMENUHI	370,278	1,307	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	22.570,292	79,645	80,000	19,000	22.670,800	MEMENUHI	22.718,850
MEMENUHI	228,893	0,808	1,000	19,000	283,385	MEMENUHI	1,000	19,000	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	504,544	1,780	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	20.464,154	72,213	73,000	19,000	20.687,105	MEMENUHI	20.612,712
MEMENUHI	485,633	1,714	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	20.785,771	73,348	74,000	19,000	20.970,490	MEMENUHI	20.935,922
MEMENUHI	245,896	0,868	1,000	19,000	283,385	MEMENUHI	1,000	19,000	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	485,633	1,714	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	20.785,771	73,348	74,000	19,000	20.970,490	MEMENUHI	20.935,922
MEMENUHI	416,561	1,470	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	21.860,285	77,140	78,000	19,000	22.104,030	MEMENUHI	22.009,863
MEMENUHI	242,978	0,857	1,000	19,000	283,385	MEMENUHI	1,000	19,000	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	488,092	1,722	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	20.738,243	73,180	74,000	19,000	20.970,490	MEMENUHI	20.887,821
MEMENUHI	424,674	1,499	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	21.708,577	76,605	77,000	19,000	21.820,645	MEMENUHI	21.856,597
MEMENUHI	228,713	0,807	1,000	19,000	283,385	MEMENUHI	1,000	19,000	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	512,320	1,808	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	20.333,737	71,753	72,000	19,000	20.403,720	MEMENUHI	20.481,756
MEMENUHI	365,570	1,290	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	22.654,551	79,943	80,000	19,000	22.670,800	MEMENUHI	22.803,773
MEMENUHI	254,425	0,898	1,000	19,000	283,385	MEMENUHI	1,000	19,000	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	493,746	1,742	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	20.643,952	72,848	73,000	19,000	20.687,105	MEMENUHI	20.793,174
MEMENUHI	187,365	0,661	1,000	19,000	283,385	MEMENUHI	1,000	19,000	283,385	25.539,457	90,123	91,000	19,000	25.788,035	MEMENUHI	25.694,386
DAK MEMENU	136,482	0,482	1,000	19,000	283,385	MEMENUHI	1,000	19,000	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
MEMENUHI	325,121	1,147	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	23.378,575	82,498	83,000	19,000	23.520,955	MEMENUHI	23.533,505



#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
55,101	56,000	19,000	15.869,560	MEMENUHI	56,000	19,000	15.869,560	71,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-15,709	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
55,527	56,000	19,000	15.869,560	MEMENUHI	56,000	19,000	15.869,560	71,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-15,709	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
55,527	56,000	19,000	15.869,560	MEMENUHI	56,000	19,000	15.869,560	71,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-15,709	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
56,099	57,000	19,000	16.152,945	MEMENUHI	57,000	19,000	16.152,945	71,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-15,768	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
54,669	55,000	19,000	15.586,175	MEMENUHI	55,000	19,000	15.586,175	71,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-15,648	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
54,322	55,000	19,000	15.586,175	MEMENUHI	55,000	19,000	15.586,175	71,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-15,648	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
54,322	55,000	19,000	15.586,175	MEMENUHI	55,000	19,000	15.586,175	71,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-15,648	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
57,695	58,000	19,000	16.436,330	MEMENUHI	58,000	19,000	16.436,330	71,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-15,825	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
54,491	55,000	19,000	15.586,175	MEMENUHI	55,000	19,000	15.586,175	71,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-15,648	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
81,969	82,000	19,000	23.237,570	MEMENUHI	82,000	19,000	23.237,570	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	-16,765	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#DIV/0!	#DIV/0!	-109,500	TIDAK MEMENUHI	#DIV/0!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
71,149	72,000	19,000	20.403,720	MEMENUHI	72,000	19,000	20.403,720	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	-16,451	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
85,932	86,000	19,000	24.371,110	MEMENUHI	86,000	19,000	24.371,110	#DIV/0!	#DIV/0!	-109,500	TIDAK MEMENUHI	#DIV/0!	-16,871	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#DIV/0!	#DIV/0!	-109,500	TIDAK MEMENUHI	#DIV/0!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
85,932	86,000	19,000	24.371,110	MEMENUHI	86,000	19,000	24.371,110	#DIV/0!	#DIV/0!	-109,500	TIDAK MEMENUHI	#DIV/0!	-16,871	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
71,423	72,000	19,000	20.403,720	MEMENUHI	72,000	19,000	20.403,720	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	-16,451	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#DIV/0!	#DIV/0!	-109,500	TIDAK MEMENUHI	#DIV/0!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
71,423	72,000	19,000	20.403,720	MEMENUHI	72,000	19,000	20.403,720	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	-16,451	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
80,170	81,000	19,000	22.954,185	MEMENUHI	81,000	19,000	22.954,185	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	-16,738	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#DIV/0!	#DIV/0!	-109,500	TIDAK MEMENUHI	#DIV/0!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
72,737	73,000	19,000	20.687,105	MEMENUHI	73,000	19,000	20.687,105	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	-16,486	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
73,878	74,000	19,000	20.970,490	MEMENUHI	74,000	19,000	20.970,490	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	-16,521	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#DIV/0!	#DIV/0!	-109,500	TIDAK MEMENUHI	#DIV/0!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
73,878	74,000	19,000	20.970,490	MEMENUHI	74,000	19,000	20.970,490	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	-16,521	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
77,668	78,000	19,000	22.104,030	MEMENUHI	78,000	19,000	22.104,030	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	-16,649	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#DIV/0!	#DIV/0!	-109,500	TIDAK MEMENUHI	#DIV/0!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
73,708	74,000	19,000	20.970,490	MEMENUHI	74,000	19,000	20.970,490	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	-16,521	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
77,127	78,000	19,000	22.104,030	MEMENUHI	78,000	19,000	22.104,030	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	-16,649	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#DIV/0!	#DIV/0!	-109,500	TIDAK MEMENUHI	#DIV/0!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
72,275	73,000	19,000	20.687,105	MEMENUHI	73,000	19,000	20.687,105	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	-16,486	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
80,469	81,000	19,000	22.954,185	MEMENUHI	81,000	19,000	22.954,185	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	-16,738	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#DIV/0!	#DIV/0!	-109,500	TIDAK MEMENUHI	#DIV/0!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
73,374	74,000	19,000	20.970,490	MEMENUHI	74,000	19,000	20.970,490	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	-16,521	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
90,670	91,000	19,000	25.788,035	MEMENUHI	91,000	19,000	25.788,035	#DIV/0!	#DIV/0!	-109,500	TIDAK MEMENUHI	#DIV/0!	-16,989	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS
#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	19,000	#VALUE!	#DIV/0!	#DIV/0!	-109,500	TIDAK MEMENUHI	#DIV/0!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!
83,044	84,000	19,000	23.804,340	MEMENUHI	84,000	19,000	23.804,340	162,000	MEMENUHI	-200,000	TIDAK MEMENUHI	1 LAPIS	-16,819	TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS



566,770	#VALUE!	#VALUE!	188,923	#VALUE!	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
850,155	15.869,560	15.869,560	283,385	MEMENUHI	850,155	15.869,560	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
850,155	15.869,560	15.869,560	283,385	MEMENUHI	850,155	15.869,560	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
566,770	#VALUE!	#VALUE!	188,923	#VALUE!	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
850,155	15.869,560	15.869,560	283,385	MEMENUHI	850,155	15.869,560	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
850,155	16.152,945	16.152,945	283,385	MEMENUHI	850,155	16.152,945	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
566,770	#VALUE!	#VALUE!	188,923	#VALUE!	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
850,155	15.586,175	15.586,175	283,385	MEMENUHI	850,155	15.586,175	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
850,155	15.586,175	15.586,175	283,385	MEMENUHI	850,155	15.586,175	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
566,770	#VALUE!	#VALUE!	188,923	#VALUE!	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
850,155	15.586,175	15.586,175	283,385	MEMENUHI	850,155	15.586,175	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
850,155	16.436,330	16.436,330	283,385	MEMENUHI	850,155	16.436,330	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
566,770	#VALUE!	#VALUE!	188,923	#VALUE!	566,770	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
850,155	15.586,175	15.586,175	283,385	MEMENUHI	850,155	15.586,175	44,453	340.062,000	0,000	108.232.799,638	OK	996.345,563
566,770	23.237,570	23.237,570	188,923	MEMENUHI	566,770	23.237,570	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	996.345,563
283,385	#VALUE!	#VALUE!	94,462	#VALUE!	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
566,770	20.403,720	20.403,720	188,923	MEMENUHI	566,770	20.403,720	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	996.345,563
283,385	24.371,110	24.371,110	94,462	MEMENUHI	283,385	24.371,110	14,818	113.354,000	0,000	37.757.224,626	OK	996.345,563
283,385	#VALUE!	#VALUE!	94,462	#VALUE!	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
283,385	24.371,110	24.371,110	94,462	MEMENUHI	283,385	24.371,110	14,818	113.354,000	0,000	37.757.224,626	OK	996.345,563
566,770	20.403,720	20.403,720	188,923	MEMENUHI	566,770	20.403,720	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	996.345,563
283,385	#VALUE!	#VALUE!	94,462	#VALUE!	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
566,770	20.403,720	20.403,720	188,923	MEMENUHI	566,770	20.403,720	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	996.345,563
566,770	22.954,185	22.954,185	188,923	MEMENUHI	566,770	22.954,185	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	996.345,563
283,385	#VALUE!	#VALUE!	94,462	#VALUE!	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
566,770	20.687,105	20.687,105	188,923	MEMENUHI	566,770	20.687,105	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	996.345,563
566,770	20.970,490	20.970,490	188,923	MEMENUHI	566,770	20.970,490	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	996.345,563
283,385	#VALUE!	#VALUE!	94,462	#VALUE!	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
566,770	20.970,490	20.970,490	188,923	MEMENUHI	566,770	20.970,490	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	996.345,563
566,770	22.104,030	22.104,030	188,923	MEMENUHI	566,770	22.104,030	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	996.345,563
283,385	#VALUE!	#VALUE!	94,462	#VALUE!	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
566,770	20.970,490	20.970,490	188,923	MEMENUHI	566,770	20.970,490	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	996.345,563
566,770	22.104,030	22.104,030	188,923	MEMENUHI	566,770	22.104,030	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	996.345,563
283,385	#VALUE!	#VALUE!	94,462	#VALUE!	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
566,770	20.687,105	20.687,105	188,923	MEMENUHI	566,770	20.687,105	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	996.345,563
566,770	22.954,185	22.954,185	188,923	MEMENUHI	566,770	22.954,185	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	996.345,563
283,385	#VALUE!	#VALUE!	94,462	#VALUE!	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
566,770	20.970,490	20.970,490	188,923	MEMENUHI	566,770	20.970,490	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	996.345,563
283,385	25.788,035	25.788,035	94,462	MEMENUHI	283,385	25.788,035	14,818	113.354,000	0,000	37.757.224,626	OK	996.345,563
283,385	#VALUE!	#VALUE!	94,462	#VALUE!	283,385	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	996.345,563
566,770	23.804,340	23.804,340	188,923	MEMENUHI	566,770	23.804,340	29,635	226.708,000	0,000	73.834.824,506	OK	996.345,563



2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-236.463.903,785	-841.508,554	367,009	TIDAK OK	-2.247,019	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	154.837,008
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-188.156.078,285	-669.594,585	367,009	TIDAK OK	-1.787,970	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	326.750,978
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-189.058.173,285	-672.804,887	367,009	TIDAK OK	-1.796,542	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	323.540,675
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-236.884.237,623	-843.004,404	367,009	TIDAK OK	-2.251,013	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	153.341,158
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-189.058.172,535	-672.804,884	367,009	TIDAK OK	-1.796,542	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	323.540,678
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-190.200.679,535	-676.870,746	367,009	TIDAK OK	-1.807,399	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	319.474,817
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-235.062.930,023	-836.522,883	367,009	TIDAK OK	-2.233,706	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	159.822,680
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-187.297.369,535	-666.538,682	367,009	TIDAK OK	-1.779,810	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	329.806,881
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-186.586.748,285	-664.009,780	367,009	TIDAK OK	-1.773,057	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	332.335,782
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-236.461.631,373	-841.500,468	367,009	TIDAK OK	-2.246,997	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	154.845,095
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-186.586.748,285	-664.009,780	367,009	TIDAK OK	-1.773,057	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	332.335,782
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-193.434.275,785	-688.378,206	367,009	TIDAK OK	-1.838,126	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	307.967,357
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-233.378.556,148	-830.528,670	367,009	TIDAK OK	-2.217,700	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	165.816,893
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-186.928.319,535	-665.225,336	367,009	TIDAK OK	-1.776,303	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	331.120,226
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-242.458.754,160	-862.842,541	367,009	TIDAK OK	-2.303,985	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	133.503,021
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-262.347.613,435	-933.621,400	367,009	TIDAK OK	-2.492,981	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	62.724,162
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-220.486.857,035	-784.650,737	367,009	TIDAK OK	-2.095,196	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	211.694,826
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-250.416.135,660	-891.160,625	367,009	TIDAK OK	-2.379,601	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	105.184,937
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-265.484.072,698	-944.783,177	367,009	TIDAK OK	-2.522,786	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	51.562,386
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-250.416.135,660	-891.160,625	367,009	TIDAK OK	-2.379,601	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	105.184,937
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-220.997.563,285	-786.468,197	367,009	TIDAK OK	-2.100,049	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	209.877,366
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-252.150.719,210	-897.333,520	367,009	TIDAK OK	-2.396,084	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	99.012,042
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-220.997.563,285	-786.468,197	367,009	TIDAK OK	-2.100,049	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	209.877,366
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-238.766.734,660	-849.703,682	367,009	TIDAK OK	-2.268,902	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	146.641,880
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-254.658.406,610	-906.257,675	367,009	TIDAK OK	-2.419,914	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	90.087,888
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-223.675.203,285	-795.997,165	367,009	TIDAK OK	-2.125,493	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	200.348,398
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-225.979.752,035	-804.198,406	367,009	TIDAK OK	-2.147,392	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	192.147,157
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-252.926.247,873	-900.093,409	367,009	TIDAK OK	-2.403,454	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	96.252,154
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-225.979.752,035	-804.198,406	367,009	TIDAK OK	-2.147,392	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	192.147,157
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-233.679.175,785	-831.598,490	367,009	TIDAK OK	-2.220,557	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	164.747,072
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-253.189.988,360	-901.031,987	367,009	TIDAK OK	-2.405,960	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	95.313,575
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-225.639.185,785	-802.986,426	367,009	TIDAK OK	-2.144,156	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	193.359,136
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-232.592.118,285	-827.729,958	367,009	TIDAK OK	-2.210,227	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	168.615,604
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-254.618.077,785	-906.114,156	367,009	TIDAK OK	-2.419,530	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	90.231,407
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-222.740.697,035	-792.671,520	367,009	TIDAK OK	-2.116,613	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	203.674,043
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-239.370.491,660	-851.852,283	367,009	TIDAK OK	-2.274,639	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	144.493,279
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-251.863.285,435	-896.310,624	367,009	TIDAK OK	-2.393,353	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	100.034,938
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-224.963.542,035	-800.582,000	367,009	TIDAK OK	-2.137,736	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	195.763,562
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-260.042.283,160	-925.417,378	367,009	TIDAK OK	-2.471,074	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	70.928,185
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-265.761.569,735	-945.770,711	367,009	TIDAK OK	-2.525,422	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	50.574,852
2.490,864	274.373.018,285	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-244.558.488,035	-870.314,904	367,009	TIDAK OK	-2.323,938	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	126.030,658



387,093	3,000	12,821	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,090	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
816,877	4,000	16,129	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,479	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
808,852	4,000	16,050	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,453	0,006	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,006
383,353	3,000	12,759	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,078	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
808,852	4,000	16,050	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,453	0,006	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,006
798,687	4,000	15,949	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,420	0,006	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,006
399,557	3,000	13,025	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,130	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
824,517	4,000	16,204	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,503	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
830,839	4,000	16,266	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,524	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
387,113	3,000	12,821	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,090	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
830,839	4,000	16,266	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,524	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
769,918	4,000	15,659	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,327	0,006	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,006
414,542	3,000	13,267	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,179	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
827,801	4,000	16,237	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	2,514	0,007	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,007
333,758	4,000	10,310	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	0,918	0,002	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
156,810	3,000	8,160	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	0,346	0,001	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
529,237	4,000	12,983	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,549	0,004	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
262,962	4,000	9,151	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	0,689	0,002	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
128,906	3,000	7,398	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	0,256	0,001	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
262,962	4,000	9,151	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	0,689	0,002	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
524,693	4,000	12,927	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,535	0,004	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
247,530	3,000	10,252	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	0,639	0,002	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
524,693	4,000	12,927	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,535	0,004	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
366,605	4,000	10,805	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,024	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
225,220	3,000	9,779	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	0,567	0,001	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
500,871	4,000	12,630	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,458	0,004	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
480,368	4,000	12,369	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,391	0,004	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
240,630	3,000	10,108	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	0,617	0,002	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
480,368	4,000	12,369	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,391	0,004	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
411,868	4,000	11,453	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,170	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
238,284	3,000	10,059	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	0,609	0,002	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
483,398	4,000	12,408	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,401	0,004	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
421,539	4,000	11,587	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,201	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
225,579	3,000	9,787	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	0,568	0,001	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
509,185	4,000	12,734	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,484	0,004	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
361,233	4,000	10,726	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,006	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
250,087	3,000	10,305	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	0,647	0,002	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
489,409	4,000	12,484	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,421	0,004	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
177,320	4,000	7,515	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	0,412	0,001	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
126,437	3,000	7,327	17,000	680,595	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	0,248	0,001	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004
315,077	4,000	10,017	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	0,857	0,002	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,004



357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	465,082	1,641	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	107,557	0,380
667,196	2,354	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	774,753	2,734	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	107,557	0,380
659,821	2,328	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	762,307	2,690	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	102,486	0,362
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	460,011	1,623	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	102,486	0,362
659,821	2,328	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	762,307	2,690	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	102,486	0,362
650,495	2,295	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	755,558	2,666	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	105,063	0,371
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	462,588	1,632	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	105,063	0,371
674,225	2,379	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	779,288	2,750	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	105,063	0,371
680,048	2,400	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	785,898	2,773	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	105,851	0,374
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	463,376	1,635	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	105,851	0,374
680,048	2,400	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	785,898	2,773	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	105,851	0,374
624,177	2,203	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	730,165	2,577	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	105,987	0,374
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	463,512	1,636	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	105,987	0,374
677,248	2,390	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	783,236	2,764	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	105,987	0,374
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	500,878	1,767	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	143,353	0,506
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	500,878	1,767	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	143,353	0,506
408,449	1,441	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	551,802	1,947	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	143,353	0,506
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	513,418	1,812	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	155,893	0,550
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	513,418	1,812	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	155,893	0,550
357,525	1,262	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	513,418	1,812	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	155,893	0,550
404,450	1,427	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	554,279	1,956	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	0,000	149,829	0,529



[illegible]



[illegible]



850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	24.421,880	44.799,315	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						24.421,880	69.516,179	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						63.236,240	108.330,539	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	63.236,240	69.813,014	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						63.236,240	108.330,539	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						63.680,160	108.774,459	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	63.680,160	70.099,096	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						63.680,160	108.774,459	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						63.276,840	108.371,139	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	63.276,840	69.839,178	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						63.276,840	108.371,139	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						64.201,230	109.295,529	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
850,155	566,770	14,818	113.354,000	226.708,000	101.462.172,626	64.201,230	70.434,896	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						64.201,230	109.295,529	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						63.115,690	105.585,655	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	63.115,690	49.273,306	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						63.115,690	105.585,655	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						64.056,490	106.526,455	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	64.056,490	49.712,346	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						64.056,490	106.526,455	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						36.938,940	65.252,250	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	36.938,940	42.051,450	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						36.938,940	65.252,250	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						20.327,490	48.640,800	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	20.327,490	31.346,293	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						20.327,490	48.640,800	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						32.513,140	60.826,450	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	32.513,140	39.199,268	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						32.513,140	60.826,450	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						30.660,790	58.974,100	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	30.660,790	38.005,531	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						30.660,790	58.974,100	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						32.755,020	61.068,330	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	32.755,020	39.355,146	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						32.755,020	61.068,330	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						32.485,510	60.798,820	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	32.485,510	39.181,462	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						32.485,510	60.798,820	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						31.161,450	73.631,415	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
566,770	566,770	0,000	0,000	226.708,000	63.704.948,000	31.161,450	34.361,327	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062
						31.161,450	73.631,415	5,477	8,333	MEMENUHI	93.249,765	34.050,000	186.499,531	372.999,062



44.799,315	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	44.799,315	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	44.799,315	≤	95.474,824
69.516,179	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	69.516,179	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	69.516,179	≤	95.474,824
108.330,539	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	108.330,539	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	108.330,539	≤	95.474,824
69.813,014	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	69.813,014	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	69.813,014	≤	95.474,824
108.330,539	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	108.330,539	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	108.330,539	≤	95.474,824
108.774,459	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	108.774,459	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	108.774,459	≤	95.474,824
70.099,096	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	70.099,096	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	70.099,096	≤	95.474,824
108.774,459	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	108.774,459	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	108.774,459	≤	95.474,824
108.371,139	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	108.371,139	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	108.371,139	≤	95.474,824
69.839,178	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	69.839,178	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	69.839,178	≤	95.474,824
108.371,139	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	108.371,139	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	108.371,139	≤	95.474,824
109.295,529	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	109.295,529	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	109.295,529	≤	95.474,824
70.434,896	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	70.434,896	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	70.434,896	≤	95.474,824
109.295,529	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	109.295,529	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	109.295,529	≤	95.474,824
105.585,655	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	105.585,655	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	105.585,655	≤	95.474,824
49.273,306	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	49.273,306	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	49.273,306	≤	95.474,824
105.585,655	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	105.585,655	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	105.585,655	≤	95.474,824
106.526,455	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	106.526,455	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	106.526,455	≤	95.474,824
49.712,346	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	49.712,346	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	49.712,346	≤	95.474,824
106.526,455	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	106.526,455	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	106.526,455	≤	95.474,824
65.252,250	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	65.252,250	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	65.252,250	≤	95.474,824
42.051,450	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	42.051,450	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	42.051,450	≤	95.474,824
65.252,250	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	65.252,250	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	65.252,250	≤	95.474,824
48.640,800	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	48.640,800	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	48.640,800	≤	95.474,824
31.346,293	≤	34.968,662	MEMENUHI	34.968,662	≤	31.346,293	≤	69.937,324	TIDAK MEMENUHI	69.937,324	≤	31.346,293	≤	95.474,824
48.640,800	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	48.640,800	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	48.640,800	≤	95.474,824
60.826,450	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	60.826,450	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	60.826,450	≤	95.474,824
39.199,268	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	39.199,268	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	39.199,268	≤	95.474,824
60.826,450	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	60.826,450	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	60.826,450	≤	95.474,824
58.974,100	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	58.974,100	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	58.974,100	≤	95.474,824
38.005,531	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	38.005,531	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	38.005,531	≤	95.474,824
58.974,100	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	58.974,100	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	58.974,100	≤	95.474,824
61.068,330	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	61.068,330	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	61.068,330	≤	95.474,824
39.355,146	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	39.355,146	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	39.355,146	≤	95.474,824
61.068,330	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	61.068,330	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	61.068,330	≤	95.474,824
60.798,820	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	60.798,820	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	60.798,820	≤	95.474,824
39.181,462	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	39.181,462	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	39.181,462	≤	95.474,824
60.798,820	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	60.798,820	≤	69.937,324	MEMENUHI	69.937,324	≤	60.798,820	≤	95.474,824
73.631,415	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	73.631,415	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	73.631,415	≤	95.474,824
34.361,327	≤	34.968,662	MEMENUHI	34.968,662	≤	34.361,327	≤	69.937,324	TIDAK MEMENUHI	69.937,324	≤	34.361,327	≤	95.474,824
73.631,415	≤	34.968,662	TIDAK MEMENUHI	34.968,662	≤	73.631,415	≤	69.937,324	TIDAKMEMENUHI	69.937,324	≤	73.631,415	≤	95.474,824



TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	44.799,315	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	44.799,315	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	69.516,179	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	69.516,179	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	108.330,539	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	108.330,539	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	69.813,014	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	69.813,014	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	108.330,539	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	108.330,539	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	108.774,459	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	108.774,459	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
MEMENUHI	95.474,824	≤	70.099,096	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	70.099,096	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	108.774,459	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	108.774,459	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	108.371,139	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	108.371,139	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	69.839,178	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	69.839,178	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	108.371,139	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	108.371,139	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	109.295,529	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	109.295,529	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
MEMENUHI	95.474,824	≤	70.434,896	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	70.434,896	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	109.295,529	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	109.295,529	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	105.585,655	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	105.585,655	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	49.273,306	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	49.273,306	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	105.585,655	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	105.585,655	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	106.526,455	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	106.526,455	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	49.712,346	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	49.712,346	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAKMEMENUHI	95.474,824	≤	106.526,455	≤	209.811,972	MEMENUHI	209.811,972	≤	106.526,455	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	65.252,250	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	65.252,250	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	42.051,450	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	42.051,450	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	65.252,250	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	65.252,250	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	48.640,800	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	48.640,800	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	31.346,293	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	31.346,293	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	48.640,800	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	48.640,800	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	60.826,450	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	60.826,450	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	39.199,268	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	39.199,268	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	60.826,450	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	60.826,450	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	58.974,100	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	58.974,100	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	38.005,531	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	38.005,531	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	58.974,100	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	58.974,100	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	61.068,330	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	61.068,330	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	39.355,146	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	39.355,146	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	61.068,330	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	61.068,330	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	60.798,820	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	60.798,820	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	39.181,462	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	39.181,462	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	60.798,820	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	60.798,820	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
MEMENUHI	95.474,824	≤	73.631,415	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	73.631,415	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	95.474,824	≤	34.361,327	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	34.361,327	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI
MEMENUHI	95.474,824	≤	73.631,415	≤	209.811,972	TIDAK MEMENUHI	209.811,972	≤	73.631,415	≤	349.686,620	TIDAK MEMENUHI



[illegible]



[illegible]



300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.004,656	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	273,267
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.115,733	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	303,479
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.097,810	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	298,604
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	993,703	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	270,287
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.097,810	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	298,604
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.088,090	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	295,961
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	999,270	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	271,802
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.122,264	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	305,256
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.131,784	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	307,845
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.000,972	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	272,264
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.131,784	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	307,845
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.051,521	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	286,014
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.001,267	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	272,345
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.127,949	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	306,802
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.081,983	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	294,299
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.081,983	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	294,299
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.191,988	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	324,221
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.109,072	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	301,668
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.109,072	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	301,668
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.109,072	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	301,668
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.197,338	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	325,676
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.095,971	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	298,104
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.197,338	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	325,676
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.093,227	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	297,358
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.093,227	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	297,358
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.149,390	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	312,634
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.114,048	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	303,021
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.096,666	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	298,293
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.114,048	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	303,021
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.095,431	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	297,957
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.095,431	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	297,957
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.118,537	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	304,242
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.092,064	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	297,041
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.092,064	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	297,041
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.163,986	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	316,604
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.094,661	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	297,748
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.094,661	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	297,748
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.129,130	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	307,123
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.106,990	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	301,101
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.106,990	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	301,101
300,000	MEMENUHI	10,000	85,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.106,990	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI	301,101



[illegible]



I. INPUT DATA

Fc' = 30,0000 Mpa Mpa  
Fy Len = 400,0000 Mpa Mpa  
Fy Gsr = 320,0000 Mpa Mpa  
Fy Pntr = 400,0000 Mpa Mpa  
Ø Seng = 10,0000 mm mm  
Ø Lntr = 19,0000 mm mm  
Ø Gsr = 10,0000 mm  
Ø Pntr = 16,0000 mm  
Btn Dec = 40,0000 mm  
β1 = 0,8500 mm  
φ Lntr = 0,8000  
φ Pntr = 0,7500  
φ Gsr = 0,7500  
S agregat 25,0000 mm

DATA BALOK													Tu	Tn	Vu	φTu	φTu Max
Lantai	TYPE	Frame	b	h	d	d'	Bentang	Acp	Pcp	Aoh	Ph	Letak	(N.mm)	(N.mm)	N	(N.mm)	(N.mm)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Melintang	173,000	400,000	500,000	440,500	59,500	1.625,000	200.000,0	1.800,0	127.100,0	1.440,000	Tump. Kiri	11.943.596,370	15.924.795,160	51.375,620	7.607.257,743	30.429.030,973
												Lapangan	11.943.596,370	15.924.795,160	51.375,620	7.607.257,743	30.429.030,973
												Tump. Kanan	11.943.596,370	15.924.795,160	51.375,620	7.607.257,743	30.429.030,973
	Melintang	174,000	400,000	500,000	440,500	59,500	1.625,000	200.000,0	1.800,0	127.100,0	1.440,000	Tump. Kiri	12.161.932,000	16.215.909,333	53.268,770	7.607.257,743	30.429.030,973
												Lapangan	12.161.932,000	16.215.909,333	53.268,770	7.607.257,743	30.429.030,973
												Tump. Kanan	12.161.932,000	16.215.909,333	53.268,770	7.607.257,743	30.429.030,973
	Melintang	274,000	400,000	500,000	440,500	59,500	1.625,000	200.000,0	1.800,0	127.100,0	1.440,000	Tump. Kiri	10.869.083,620	14.492.111,493	50.446,090	7.607.257,743	30.429.030,973
												Lapangan	10.869.083,620	14.492.111,493	50.446,090	7.607.257,743	30.429.030,973
												Tump. Kanan	10.869.083,620	14.492.111,493	50.446,090	7.607.257,743	30.429.030,973
	Melintang	275,000	400,000	500,000	440,500	59,500	1.625,000	200.000,0	1.800,0	127.100,0	1.440,000	Tump. Kiri	11.281.117,900	15.041.490,533	51.262,030	7.607.257,743	30.429.030,973
												Lapangan	11.281.117,900	15.041.490,533	51.262,030	7.607.257,743	30.429.030,973
												Tump. Kanan	11.281.117,900	15.041.490,533	51.262,030	7.607.257,743	30.429.030,973
	Melintang	375,000	400,000	500,000	440,500	59,500	1.625,000	200.000,0	1.800,0	127.100,0	1.440,000	Tump. Kiri	8.719.515,490	11.626.020,653	49.676,770	7.607.257,743	30.429.030,973
												Lapangan	8.719.515,490	11.626.020,653	49.676,770	7.607.257,743	30.429.030,973
												Tump. Kanan	8.719.515,490	11.626.020,653	49.676,770	7.607.257,743	30.429.030,973
	Melintang	376,000	400,000	500,000	440,500	59,500	1.625,000	200.000,0	1.800,0	127.100,0	1.440,000	Tump. Kiri	9.265.574,530	12.354.099,373	50.618,310	7.607.257,743	30.429.030,973
												Lapangan	9.265.574,530	12.354.099,373	50.618,310	7.607.257,743	30.429.030,973
												Tump. Kanan	9.265.574,530	12.354.099,373	50.618,310	7.607.257,743	30.429.030,973



TULANGAN PUNTIR															
KET	$\sqrt{((V_u/bw.d)^2+(T_u.P_h)/(1,7*A_{oh}))^2)}$	$\Phi((V_c/(bw.d))+(2\sqrt{f'_c}/3))$	Cek Kekucupan Penampang	A <sub>o</sub>	A <sub>t</sub> /s	A <sub>I</sub>	A <sub>I</sub> Min	Kontrol	A <sub>I</sub> digunakan	A <sub>I</sub> / 4	2 x ( A <sub>I</sub> / 4 )	Tulangan Puntir Longitudinal (Tengah			AS Pasang Puntir
												n	n Dibulatkan	Diameter	
				mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	A <sub>I</sub> / A <sub>I</sub> Min	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>				mm <sup>2</sup>
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
PERLU TULANGAN PUNTIR	0,691	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,230	265,327	875,761	A <sub>I</sub> Min	875,761	218,940	437,881	2,179	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	0,691	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,230	265,327	875,761	A <sub>I</sub> Min	875,761	218,940	437,881	2,179	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	0,691	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,230	265,327	875,761	A <sub>I</sub> Min	875,761	218,940	437,881	2,179	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	0,706	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,235	270,178	870,911	A <sub>I</sub> Min	870,911	217,728	435,456	2,167	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	0,706	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,235	270,178	870,911	A <sub>I</sub> Min	870,911	217,728	435,456	2,167	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	0,706	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,235	270,178	870,911	A <sub>I</sub> Min	870,911	217,728	435,456	2,167	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	0,638	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,210	241,457	899,632	A <sub>I</sub> Min	899,632	224,908	449,816	2,238	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	0,638	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,210	241,457	899,632	A <sub>I</sub> Min	899,632	224,908	449,816	2,238	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	0,638	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,210	241,457	899,632	A <sub>I</sub> Min	899,632	224,908	449,816	2,238	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	0,659	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,218	250,610	890,478	A <sub>I</sub> Min	890,478	222,620	445,239	2,216	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	0,659	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,218	250,610	890,478	A <sub>I</sub> Min	890,478	222,620	445,239	2,216	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	0,659	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,218	250,610	890,478	A <sub>I</sub> Min	890,478	222,620	445,239	2,216	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	0,537	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,168	193,704	947,384	A <sub>I</sub> Min	947,384	236,846	473,692	2,357	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	0,537	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,168	193,704	947,384	A <sub>I</sub> Min	947,384	236,846	473,692	2,357	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	0,537	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,168	193,704	947,384	A <sub>I</sub> Min	947,384	236,846	473,692	2,357	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	0,564	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,179	205,835	935,254	A <sub>I</sub> Min	935,254	233,813	467,627	2,327	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	0,564	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,179	205,835	935,254	A <sub>I</sub> Min	935,254	233,813	467,627	2,327	3,000	16,000	602,880
PERLU TULANGAN PUNTIR	0,564	3,423	MEMENUHI	108.035,000	0,179	205,835	935,254	A <sub>I</sub> Min	935,254	233,813	467,627	2,327	3,000	16,000	602,880



	TULANGAN LENTUR															
Kontrol	Mu	Mn	Xb	X Max	X Min	X Rencana	Cc'	Asc	Mnc	Mns	KET	Cs' = T2	fs'	KET	fs' Pakai	es'
	(N.mm)	(N.mm)	mm	mm			N	mm <sup>2</sup>	N.mm		R / T	N	Mpa		Mpa	
35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
MEMENUHI	76.098.154,000	95.122.692,500	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-345.226.914,743	TUNGGAL	-906.107,388	329,852	TIDAK LELEH	329,852	0,002
MEMENUHI	76.098.154,000	95.122.692,500	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-345.226.914,743	TUNGGAL	-906.107,388	329,852	TIDAK LELEH	329,852	0,002
MEMENUHI	76.098.154,000	95.122.692,500	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-345.226.914,743	TUNGGAL	-906.107,388	329,852	TIDAK LELEH	329,852	0,002
MEMENUHI	78.687.364,000	98.359.205,000	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-341.990.402,243	TUNGGAL	-897.612,604	329,852	LELEH	10,000	0,002
MEMENUHI	78.687.364,000	98.359.205,000	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-341.990.402,243	TUNGGAL	-897.612,604	329,852	LELEH	19,000	0,002
MEMENUHI	78.687.364,000	98.359.205,000	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-341.990.402,243	TUNGGAL	-897.612,604	329,852	LELEH	10,000	0,002
MEMENUHI	73.138.626,000	91.423.282,500	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-348.926.324,743	TUNGGAL	-915.817,125	329,852	LELEH	16,000	0,002
MEMENUHI	73.138.626,000	91.423.282,500	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-348.926.324,743	TUNGGAL	-915.817,125	329,852	LELEH	40,000	0,002
MEMENUHI	73.138.626,000	91.423.282,500	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-348.926.324,743	TUNGGAL	-915.817,125	329,852	LELEH	0,850	0,002
MEMENUHI	74.233.085,000	92.791.356,250	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-347.558.250,993	TUNGGAL	-912.226,381	329,852	LELEH	0,800	0,002
MEMENUHI	74.233.085,000	92.791.356,250	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-347.558.250,993	TUNGGAL	-912.226,381	329,852	LELEH	0,750	0,002
MEMENUHI	74.233.085,000	92.791.356,250	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-347.558.250,993	TUNGGAL	-912.226,381	329,852	LELEH	0,750	0,002
MEMENUHI	70.246.816,000	87.808.520,000	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-352.541.087,243	TUNGGAL	-925.304,691	329,852	LELEH	25,000	0,002
MEMENUHI	70.246.816,000	87.808.520,000	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-352.541.087,243	TUNGGAL	-925.304,691	329,852	LELEH	0,000	0,002
MEMENUHI	70.246.816,000	87.808.520,000	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-352.541.087,243	TUNGGAL	-925.304,691	329,852	LELEH	0,000	0,002
MEMENUHI	71.523.793,000	89.404.741,250	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-350.944.865,993	TUNGGAL	-921.115,134	329,852	TIDAK LELEH	329,852	0,002
MEMENUHI	71.523.793,000	89.404.741,250	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-350.944.865,993	TUNGGAL	-921.115,134	329,852	TIDAK LELEH	329,852	0,002
MEMENUHI	71.523.793,000	89.404.741,250	264,300	198,225	59,500	132,150	1.145.740,500	2.864,351	440.349.607,243	-350.944.865,993	TUNGGAL	-921.115,134	329,852	LELEH	0,000	0,002



Tul Pasang Tarik																			Tul Pasang Tarik + Puntir Long			Kesimpulan Tul Tarik				Tul
As' Perlu	Ass	As Perlu	n	n dibulatkan	Diameter	As Pasang	Kontrol	As + ( Al / 4 )	n	n Dibulatkan	Diameter	As Pasang	Kontrol	n	Diameter	As Pasang	As' Perlu	n								
mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	Buah	Buah	mm	mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	Buah	Buah	mm	mm <sup>2</sup>		Buah	mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>									
52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70								
-2.977,165	-2.265,268	599,083	2,114	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	818,023	2,887	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	-2.977,165	-10,506								
-2.977,165	-2.265,268	599,083	2,114	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	818,023	2,887	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	-2.977,165	-10,506								
-2.977,165	-2.265,268	599,083	2,114	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	818,023	2,887	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	-2.977,165	-10,506								
57.910,491	-2.244,032	620,320	2,189	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	838,048	2,957	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	57.910,491	204,353								
138.094,247	-2.244,032	620,320	2,189	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	838,048	2,957	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	138.094,247	487,303								
57.910,491	-2.244,032	620,320	2,189	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	838,048	2,957	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	57.910,491	204,353								
96.401,803	-2.289,543	574,808	2,028	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	799,716	2,822	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	96.401,803	340,180								
-63.159,802	-2.289,543	574,808	2,028	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	799,716	2,822	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	-63.159,802	-222,876								
37.152,825	-2.289,543	574,808	2,028	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	799,716	2,822	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	37.152,825	131,104								
36.932,242	-2.280,566	583,785	2,060	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	806,405	2,846	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	36.932,242	130,325								
36.857,632	-2.280,566	583,785	2,060	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	806,405	2,846	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	36.857,632	130,062								
36.857,632	-2.280,566	583,785	2,060	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	806,405	2,846	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	36.857,632	130,062								
1.850.609,382	-2.313,262	551,090	1,945	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	787,936	2,780	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	1.850.609,382	6.530,372								
36.286,458	-2.313,262	551,090	1,945	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	787,936	2,780	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	36.286,458	128,047								
36.286,458	-2.313,262	551,090	1,945	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	787,936	2,780	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	36.286,458	128,047								
-3.026,475	-2.302,788	561,563	1,982	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	795,377	2,807	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	-3.026,475	-10,680								
-3.026,475	-2.302,788	561,563	1,982	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	795,377	2,807	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	-3.026,475	-10,680								
36.122,162	-2.302,788	561,563	1,982	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	795,377	2,807	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	36.122,162	127,467								



TULANGAN LENTUR RANGKAP																		
Pasang Tekan					Tul Pasang Tek + Puntir Long					Kesimpulan Tul Tekan			Tarik 1 Lapis		Tarik 2 Lapis		Ket	T
n Dibulatkan	Diameter	As' Pasang	Kontrol	As' + ( AI / 4 )	n	n Dibulatkan	Diameter	As' Pasang	Kontrol	n	Diameter	As' Pasang	Smaks	Ket	Smaks	Ket		Smaks
		mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>				mm <sup>2</sup>				mm <sup>2</sup>	mm		mm			mm
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	-2.758,225	-9,733	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	121,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	262,000
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	-2.758,225	-9,733	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	121,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	262,000
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	-2.758,225	-9,733	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	121,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	262,000
205,000	19,000	58.093,925	MEMENUHI	58.128,218	205,121	206,000	19,000	58.377,310	MEMENUHI	206,000	19,000	58.377,310	121,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-17,629
488,000	19,000	138.291,880	MEMENUHI	138.311,975	488,071	489,000	19,000	138.575,265	MEMENUHI	489,000	19,000	138.575,265	121,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-18,424
205,000	19,000	58.093,925	MEMENUHI	58.128,218	205,121	206,000	19,000	58.377,310	MEMENUHI	206,000	19,000	58.377,310	121,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-17,629
341,000	19,000	96.634,285	MEMENUHI	96.626,711	340,973	341,000	19,000	96.634,285	MEMENUHI	341,000	19,000	96.634,285	121,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-18,174
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	-62.934,894	-222,083	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	121,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	262,000
132,000	19,000	37.406,820	MEMENUHI	37.377,732	131,897	132,000	19,000	37.406,820	MEMENUHI	132,000	19,000	37.406,820	121,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-16,855
131,000	19,000	37.123,435	MEMENUHI	37.154,862	131,111	132,000	19,000	37.406,820	MEMENUHI	132,000	19,000	37.406,820	121,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-16,855
131,000	19,000	37.123,435	MEMENUHI	37.080,251	130,848	131,000	19,000	37.123,435	MEMENUHI	131,000	19,000	37.123,435	121,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-16,838
131,000	19,000	37.123,435	MEMENUHI	37.080,251	130,848	131,000	19,000	37.123,435	MEMENUHI	131,000	19,000	37.123,435	121,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-16,838
6.531,000	19,000	1.850.787,435	MEMENUHI	1.850.846,228	6.531,207	6.532,000	19,000	1.851.070,820	MEMENUHI	6.532,000	19,000	1.851.070,820	121,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-18,957
129,000	19,000	36.556,665	MEMENUHI	36.523,305	128,882	129,000	19,000	36.556,665	MEMENUHI	129,000	19,000	36.556,665	121,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-16,805
129,000	19,000	36.556,665	MEMENUHI	36.523,305	128,882	129,000	19,000	36.556,665	MEMENUHI	129,000	19,000	36.556,665	121,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-16,805
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	-2.792,662	-9,855	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	121,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	262,000
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	-2.792,662	-9,855	2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	121,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	262,000
128,000	19,000	36.273,280	MEMENUHI	36.355,976	128,292	129,000	19,000	36.556,665	MEMENUHI	129,000	19,000	36.556,665	121,500	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	-16,805



tekan 1 Lapis	Ket	As Pasang	As' Pasang	Cek						Tekan Beton	Tek Tul Rang	Mom Nom	Kontrol	
Ket		mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	M Len Tump +	(1/3) M Len Tump -	Ket	As Tarik	As Tekan	a	Cc'	Cs'	Mn	Perenc	Cc' Max
		mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	N	N	(N.mm)		N
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
MEMENUHI	1 LAPIS	850,155	566,770	566,770	283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	15,011	153.111,532	186.950,468	137.524.584,580	OK	1.718.610,750
MEMENUHI	1 LAPIS	850,155	566,770	566,770	283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	15,011	153.111,532	186.950,468	137.524.584,580	OK	<b>1.718.610,750</b>
MEMENUHI	1 LAPIS	850,155	566,770	566,770	283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	15,011	153.111,532	186.950,468	137.524.584,580	OK	<b>1.718.610,750</b>
TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	850,155	58.377,310	58.377,310	283,385	MEMENUHI	850,155	58.377,310	-23,893	-243.711,100	583.773,100	112.151.287,027	OK	1.718.610,750
TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	850,155	138.575,265	138.575,265	283,385	MEMENUHI	850,155	138.575,265	-224,791	-2.292.868,035	2.632.930,035	-264.570.056,765	TIDAK OK	<b>1.718.610,750</b>
TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	850,155	58.377,310	58.377,310	283,385	MEMENUHI	850,155	58.377,310	-23,893	-243.711,100	583.773,100	112.151.287,027	OK	<b>1.718.610,750</b>
TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	850,155	96.634,285	96.634,285	283,385	MEMENUHI	850,155	96.634,285	-118,244	-1.206.086,560	1.546.148,560	-13.504.645,487	TIDAK OK	1.718.610,750
MEMENUHI	1 LAPIS	850,155	566,770	566,770	283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	31,117	317.391,200	22.670,800	143.510.301,643	OK	<b>1.718.610,750</b>
TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	850,155	37.406,820	37.406,820	283,385	MEMENUHI	850,155	37.406,820	30,222	308.266,203	31.795,797	143.247.223,240	OK	<b>1.718.610,750</b>
TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	850,155	37.406,820	37.406,820	283,385	MEMENUHI	850,155	37.406,820	30,406	310.136,544	29.925,456	143.301.811,274	OK	1.718.610,750
TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	850,155	37.123,435	37.123,435	283,385	MEMENUHI	850,155	37.123,435	30,610	312.219,424	27.842,576	143.362.198,862	OK	<b>1.718.610,750</b>
TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	850,155	37.123,435	37.123,435	283,385	MEMENUHI	850,155	37.123,435	30,610	312.219,424	27.842,576	143.362.198,862	OK	<b>1.718.610,750</b>
TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	850,155	1.851.070,820	1.851.070,820	283,385	MEMENUHI	850,155	1.851.070,820	-4.503,599	-45.936.708,500	46.276.770,500	-106.043.924.838,356	TIDAK OK	1.718.610,750
TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	850,155	36.556,665	36.556,665	283,385	MEMENUHI	850,155	36.556,665	33,339	340.062,000	0,000	144.128.577,478	OK	<b>1.718.610,750</b>
TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	850,155	36.556,665	36.556,665	283,385	MEMENUHI	850,155	36.556,665	33,339	340.062,000	0,000	144.128.577,478	OK	<b>1.718.610,750</b>
MEMENUHI	1 LAPIS	850,155	566,770	566,770	283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	15,011	153.111,532	186.950,468	137.524.584,580	OK	1.718.610,750
MEMENUHI	1 LAPIS	850,155	566,770	566,770	283,385	MEMENUHI	850,155	566,770	15,011	153.111,532	186.950,468	137.524.584,580	OK	<b>1.718.610,750</b>
TIDAK MEMENUHI	2 LAPIS	850,155	36.556,665	36.556,665	283,385	MEMENUHI	850,155	36.556,665	33,339	340.062,000	0,000	144.128.577,478	OK	<b>1.718.610,750</b>



Tulangan Lentur Menggunakan Tekan														
Tulangan Lentur Tekan dan Tarik														
As Max	Mn Max	Kontrol	Ket	Mns = Mn - MnC	Cs Perlu	fs'	Ket	As'	Tul Pakai			As' Pasang	Kontrol	T = Cc Max + Cs
									n	d	d dibulatkan			
105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-517.139.906,110	-1.357.322,588	419,902	OK	-3.624,359	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	361.288,162
4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-517.139.906,110	-1.357.322,588	419,902	OK	-3.624,359	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	361.288,162
4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-517.139.906,110	-1.357.322,588	419,902	OK	-3.624,359	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	361.288,162
4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-513.903.393,610	-1.348.827,805	419,902	OK	-3.601,676	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	369.782,945
4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-513.903.393,610	-1.348.827,805	419,902	OK	-3.601,676	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	369.782,945
4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-513.903.393,610	-1.348.827,805	419,902	OK	-3.601,676	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	369.782,945
4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-520.839.316,110	-1.367.032,326	419,902	OK	-3.650,287	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	351.578,424
4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-520.839.316,110	-1.367.032,326	419,902	OK	-3.650,287	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	351.578,424
4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-520.839.316,110	-1.367.032,326	419,902	OK	-3.650,287	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	351.578,424
4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-519.471.242,360	-1.363.441,581	419,902	OK	-3.640,698	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	355.169,169
4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-519.471.242,360	-1.363.441,581	419,902	OK	-3.640,698	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	355.169,169
4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-519.471.242,360	-1.363.441,581	419,902	OK	-3.640,698	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	355.169,169
4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-524.454.078,610	-1.376.519,891	419,902	OK	-3.675,621	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	342.090,859
4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-524.454.078,610	-1.376.519,891	419,902	OK	-3.675,621	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	342.090,859
4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-524.454.078,610	-1.376.519,891	419,902	OK	-3.675,621	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	342.090,859
4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-522.857.857,360	-1.372.330,334	419,902	OK	-3.664,433	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	346.280,416
4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-522.857.857,360	-1.372.330,334	419,902	OK	-3.664,433	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	346.280,416
4.296,527	612.262.598,610	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-522.857.857,360	-1.372.330,334	419,902	OK	-3.664,433	2,000	#NUM!	4,000	25,120	MEMENUHI	346.280,416



As Perlu				Tul Pakai		As Pasang	Kontrol	M	ρ Min	ρ Balance	ρ Max	Rn	ρ Perlu	ρ Min ≤ ρ Perlu ≤ ρ Max	ρ Min < ρ Perlu	ρ Perlu < ρ Max
				n	d	d dibulatkan						N / mm <sup>2</sup>				
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134		
903,220	4,000	16,960	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,226	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI		
903,220	3,000	19,584	17,000	680,595	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,226	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI		
903,220	4,000	16,960	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,226	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI		
924,457	4,000	17,158	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,267	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI		
924,457	3,000	19,813	17,000	680,595	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,267	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI		
924,457	4,000	17,158	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,267	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI		
878,946	4,000	16,731	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,178	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI		
878,946	3,000	19,319	17,000	680,595	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,178	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI		
878,946	4,000	16,731	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,178	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI		
887,923	4,000	16,816	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,196	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI		
887,923	3,000	19,417	17,000	680,595	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,196	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI		
887,923	4,000	16,816	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,196	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI		
855,227	4,000	16,503	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,131	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI		
855,227	3,000	19,057	17,000	680,595	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,131	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI		
855,227	4,000	16,503	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,131	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI		
865,701	4,000	16,604	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,152	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI		
865,701	3,000	19,173	17,000	680,595	TIDAK MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,152	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI		
865,701	4,000	16,604	20,000	1.256,000	MEMENUHI	15,686	0,004	0,033	0,024	1,152	0,003	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI		



TULANGAN LENTUR TUNGKAL																		
ρ Digunakan	Tul Tarik					Kontrol	Tul Tarik + Puntir					Kontrol	Kes Tul Tarik			Tul Tekan		Tul
	As Perlu	n	n Dibulatkan	Diameter	As Pasang		As + ( A <sub>I</sub> / 4 )	n	n Dibulatkan	Diameter	As Pasang		n	Diameter	As Pasang	As' Pertu	As' + ( A <sub>I</sub> / 4 )	
	mm <sup>2</sup>	Buah	Buah	mm	mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	Buah	Buah	mm	mm <sup>2</sup>		Buah	mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	Buah
135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153
0,004	616,700	2,176	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	835,640	2,949	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	218,940	0,773
0,004	616,700	2,176	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	835,640	2,949	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	218,940	0,773
0,004	616,700	2,176	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	835,640	2,949	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	218,940	0,773
0,004	616,700	2,176	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	834,428	2,945	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	217,728	0,768
0,004	616,700	2,176	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	834,428	2,945	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	217,728	0,768
0,004	616,700	2,176	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	834,428	2,945	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	217,728	0,768
0,004	616,700	2,176	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	841,608	2,970	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	224,908	0,794
0,004	616,700	2,176	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	841,608	2,970	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	224,908	0,794
0,004	616,700	2,176	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	841,608	2,970	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	224,908	0,794
0,004	616,700	2,176	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	839,320	2,962	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	222,620	0,786
0,004	616,700	2,176	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	839,320	2,962	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	222,620	0,786
0,004	616,700	2,176	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	839,320	2,962	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	3,000	19,000	850,155	0,000	222,620	0,786
0,004	616,700	2,176	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	853,546	3,012	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	0,000	236,846	0,836
0,004	616,700	2,176	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	853,546	3,012	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	0,000	236,846	0,836
0,004	616,700	2,176	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	853,546	3,012	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	0,000	236,846	0,836
0,004	616,700	2,176	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	850,513	3,001	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	0,000	233,813	0,825
0,004	616,700	2,176	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	850,513	3,001	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	0,000	233,813	0,825
0,004	616,700	2,176	3,000	19,000	850,155	MEMENUHI	850,513	3,001	4,000	19,000	1.133,540	MEMENUHI	4,000	19,000	1.133,540	0,000	233,813	0,825



3GAL																			
Tekan + Puntir				Kes Tul Tekan			Tarik 1 Lapis		Tarik 2 Lapis		Ket	Tekan 1 Lapis		Ket	As Pasang	As' Pasang	Cek		
n Dibulatkan	Diameter	As' Pakai	Kontrol	n	Diameter	As' Pasang	Smaks	Ket	Smaks	Ket		Smaks	Ket				M Len Tump +	(1/3) M Len Tump -	Ket
Buah	mm	mm <sup>2</sup>		Buah	mm	mm <sup>2</sup>	mm		mm			mm					mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	
154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	121,500	MEMENUH	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	850,155	566,770	566,770	283,385	MEMENUHI
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	121,500	MEMENUH	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	850,155	566,770	566,770	283,385	MEMENUHI
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	121,500	MEMENUH	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	850,155	566,770	566,770	283,385	MEMENUHI
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	121,500	MEMENUH	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	850,155	566,770	566,770	283,385	MEMENUHI
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	121,500	MEMENUH	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	850,155	566,770	566,770	283,385	MEMENUHI
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	121,500	MEMENUH	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	850,155	566,770	566,770	283,385	MEMENUHI
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	121,500	MEMENUH	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	850,155	566,770	566,770	283,385	MEMENUHI
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	121,500	MEMENUH	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	850,155	566,770	566,770	283,385	MEMENUHI
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	121,500	MEMENUH	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	850,155	566,770	566,770	283,385	MEMENUHI
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	121,500	MEMENUH	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	850,155	566,770	566,770	283,385	MEMENUHI
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	121,500	MEMENUH	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	850,155	566,770	566,770	283,385	MEMENUHI
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	121,500	MEMENUH	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	850,155	566,770	566,770	283,385	MEMENUHI
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	74,667	MEMENUH	262,000	MEMENUH	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	1.133,540	566,770	566,770	377,847	MEMENUHI
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	74,667	MEMENUH	262,000	MEMENUH	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	1.133,540	566,770	566,770	377,847	MEMENUHI
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	74,667	MEMENUH	262,000	MEMENUH	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	1.133,540	566,770	566,770	377,847	MEMENUHI
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	74,667	MEMENUH	262,000	MEMENUH	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	1.133,540	566,770	566,770	377,847	MEMENUHI
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	74,667	MEMENUH	262,000	MEMENUH	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	1.133,540	566,770	566,770	377,847	MEMENUHI
2,000	19,000	566,770	MEMENUHI	2,000	19,000	566,770	74,667	MEMENUH	262,000	MEMENUH	1 LAPIS	262,000	MEMENUHI	1 LAPIS	1.133,540	566,770	566,770	377,847	MEMENUHI



Cek Rangkap							Momen Nominal Kiri							Momen Nominal Kanan				
As Tarik	As Tekan	a	Cc'	Cs'	Mn	Perenc	As Pasang	As' Pasang	a	Cc'	Cs'	Mn Kiri	As Pasang	As' Pasang	a	Cc'	Cs'	
mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	N	N	(N.mm)		mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	N	N	(N.mm)	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	N	N	
174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	
850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	135.678.325,720	OK	850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	135.678.325,720	850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	
850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	135.678.325,720	OK												
850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	135.678.325,720	OK												
850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	135.678.325,720	OK												
850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	135.678.325,720	OK	850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	135.678.325,720	850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	
850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	135.678.325,720	OK												
850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	135.678.325,720	OK												
850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	135.678.325,720	OK												
850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	135.678.325,720	OK	850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	135.678.325,720	850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	
850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	135.678.325,720	OK												
850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	135.678.325,720	OK												
850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	135.678.325,720	OK												
850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	135.678.325,720	OK	850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	135.678.325,720	850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	
850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	135.678.325,720	OK												
850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	135.678.325,720	OK												
850,155	566,770	11,113	113.354,000	226.708,000	135.678.325,720	OK												
1.133,540	566,770	22,226	226.708,000	226.708,000	183.721.184,879	OK	1.133,540	566,770	22,226	226.708,000	226.708,000	183.721.184,879	1.133,540	566,770	22,226	226.708,000	226.708,000	
1.133,540	566,770	22,226	226.708,000	226.708,000	183.721.184,879	OK												
1.133,540	566,770	22,226	226.708,000	226.708,000	183.721.184,879	OK												
1.133,540	566,770	22,226	226.708,000	226.708,000	183.721.184,879	OK												
1.133,540	566,770	22,226	226.708,000	226.708,000	183.721.184,879	OK	1.133,540	566,770	22,226	226.708,000	226.708,000	183.721.184,879	1.133,540	566,770	22,226	226.708,000	226.708,000	
1.133,540	566,770	22,226	226.708,000	226.708,000	183.721.184,879	OK												
1.133,540	566,770	22,226	226.708,000	226.708,000	183.721.184,879	OK												
1.133,540	566,770	22,226	226.708,000	226.708,000	183.721.184,879	OK												



						Kuat Ges Beton	Kuat Ges Tul Ges			Kondisi 1			Tidak Per Tul Geser	Kondisi 2		
Mn Kiri	Vu	Vu1	vfc'	25/3 Mpa	Syarat fc'	Vc	Vs Min	Vs Max	2Vs Max	Vu	≤	0,5 x Ø x VC	Ket	0,5 x Ø x VC	≤	Vu
(N.mm)	N	N				N	N	N	N	N		N		N		N
192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208
135.678.325,720	51.375,620	218.364,329	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333	321.695,715	643.391,431	218.364,329	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	218.364,329
	51.375,620	-50.391,768	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333	321.695,715	643.391,431	-50.391,768	≤	60.317,947	MEMENUHI	60.317,947	≤	-50.391,768
	51.375,620	218.364,329	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333	321.695,715	643.391,431	218.364,329	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	218.364,329
135.678.325,720	53.268,770	220.257,479	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333	321.695,715	643.391,431	220.257,479	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	220.257,479
	53.268,770	-50.828,649	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333	321.695,715	643.391,431	-50.828,649	≤	60.317,947	MEMENUHI	60.317,947	≤	-50.828,649
	53.268,770	220.257,479	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333	321.695,715	643.391,431	220.257,479	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	220.257,479
135.678.325,720	50.446,090	217.434,799	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333	321.695,715	643.391,431	217.434,799	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	217.434,799
	50.446,090	-50.177,261	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333	321.695,715	643.391,431	-50.177,261	≤	60.317,947	MEMENUHI	60.317,947	≤	-50.177,261
	50.446,090	217.434,799	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333	321.695,715	643.391,431	217.434,799	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	217.434,799
135.678.325,720	51.262,030	218.250,739	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333	321.695,715	643.391,431	218.250,739	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	218.250,739
	51.262,030	-50.365,555	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333	321.695,715	643.391,431	-50.365,555	≤	60.317,947	MEMENUHI	60.317,947	≤	-50.365,555
	51.262,030	218.250,739	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333	321.695,715	643.391,431	218.250,739	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	218.250,739
183.721.184,879	49.676,770	275.795,151	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333	321.695,715	643.391,431	275.795,151	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	275.795,151
	49.676,770	-63.645,035	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333	321.695,715	643.391,431	-63.645,035	≤	60.317,947	MEMENUHI	60.317,947	≤	-63.645,035
	49.676,770	275.795,151	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333	321.695,715	643.391,431	275.795,151	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	275.795,151
183.721.184,879	50.618,310	276.736,691	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333	321.695,715	643.391,431	276.736,691	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	276.736,691
	50.618,310	-63.862,313	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333	321.695,715	643.391,431	-63.862,313	≤	60.317,947	MEMENUHI	60.317,947	≤	-63.862,313
	50.618,310	276.736,691	5,477	8,333	MEMENUHI	160.847,858	58.733,333	321.695,715	643.391,431	276.736,691	≤	60.317,947	TIDAK MEMENUHI	60.317,947	≤	276.736,691



TULANGAN GESER															
		Tul Geser Minimum	Kondisi 3					Tul Geser Minimun	Kondisi 4					Perlu Tul Geset	
≤	Ø x VC	Ket	Ø x VC	≤	Vu	≤	Ø x ( VC + Vs M	Ket	Ø x ( VC + Vs M	≤	Vu	≤	Ø x ( VC + Vs M	Ket	Ø x ( VC + Vs M
	N		N		N		N		N		N		N		N
209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224
≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	218.364,329	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI	164.685,893	≤	218.364,329	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680
≤	120.635,893	TIDAK MEMENUHI	120.635,893	≤	-50.391,768	≤	164.685,893	TIDAK MEMENUHI	164.685,893	≤	-50.391,768	≤	361.907,680	TIDAK MEMENUHI	361.907,680
≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	218.364,329	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI	164.685,893	≤	218.364,329	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680
≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	220.257,479	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI	164.685,893	≤	220.257,479	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680
≤	120.635,893	TIDAK MEMENUHI	120.635,893	≤	-50.828,649	≤	164.685,893	TIDAK MEMENUHI	164.685,893	≤	-50.828,649	≤	361.907,680	TIDAK MEMENUHI	361.907,680
≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	220.257,479	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI	164.685,893	≤	220.257,479	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680
≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	217.434,799	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI	164.685,893	≤	217.434,799	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680
≤	120.635,893	TIDAK MEMENUHI	120.635,893	≤	-50.177,261	≤	164.685,893	TIDAK MEMENUHI	164.685,893	≤	-50.177,261	≤	361.907,680	TIDAK MEMENUHI	361.907,680
≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	217.434,799	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI	164.685,893	≤	217.434,799	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680
≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	218.250,739	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI	164.685,893	≤	218.250,739	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680
≤	120.635,893	TIDAK MEMENUHI	120.635,893	≤	-50.365,555	≤	164.685,893	TIDAK MEMENUHI	164.685,893	≤	-50.365,555	≤	361.907,680	TIDAK MEMENUHI	361.907,680
≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	218.250,739	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI	164.685,893	≤	218.250,739	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680
≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	275.795,151	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI	164.685,893	≤	275.795,151	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680
≤	120.635,893	TIDAK MEMENUHI	120.635,893	≤	-63.645,035	≤	164.685,893	TIDAK MEMENUHI	164.685,893	≤	-63.645,035	≤	361.907,680	TIDAK MEMENUHI	361.907,680
≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	275.795,151	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI	164.685,893	≤	275.795,151	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680
≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	276.736,691	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI	164.685,893	≤	276.736,691	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680
≤	120.635,893	TIDAK MEMENUHI	120.635,893	≤	-63.862,313	≤	164.685,893	TIDAK MEMENUHI	164.685,893	≤	-63.862,313	≤	361.907,680	TIDAK MEMENUHI	361.907,680
≤	120.635,893	TIDAKMEMENUHI	120.635,893	≤	276.736,691	≤	164.685,893	TIDAKMEMENUHI	164.685,893	≤	276.736,691	≤	361.907,680	MEMENUHI	361.907,680



Kondisi 5				Perlu Tul Geset	Kondisi 6			Perbesar Penamp	Ket Kondisi					Jarak Tul Ges		
≤	Vu	≤	Ø x ( VC + 2Vs N	Ket	Vs	≥	2 Vs Max	Ket	Kondisi	Ket	Vs Perlu	n Rencana	Av Perlu	S Perlu	S Pakai	S Max
	N		N		N		N				N		mm <sup>2</sup>	mm	mm	
225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241
≤	218.364,329	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	130.304,580	2,000	157,000	169,838	100,000	100,000
≤	-50.391,768	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI	1,000	TIDAK PERLU TULANGAN GESER	58.733,333	2,000	157,000	376,800	100,000	100,000
≤	218.364,329	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	130.304,580	2,000	157,000	169,838	100,000	100,000
≤	220.257,479	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	132.828,780	2,000	157,000	166,611	100,000	100,000
≤	-50.828,649	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI	1,000	TIDAK PERLU TULANGAN GESER	58.733,333	2,000	157,000	376,800	100,000	100,000
≤	220.257,479	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	132.828,780	2,000	157,000	166,611	100,000	100,000
≤	217.434,799	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	129.065,207	2,000	157,000	171,469	100,000	100,000
≤	-50.177,261	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI	1,000	TIDAK PERLU TULANGAN GESER	58.733,333	2,000	157,000	376,800	100,000	100,000
≤	217.434,799	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	129.065,207	2,000	157,000	171,469	100,000	100,000
≤	218.250,739	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	130.153,127	2,000	157,000	170,036	100,000	100,000
≤	-50.365,555	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI	1,000	TIDAK PERLU TULANGAN GESER	58.733,333	2,000	157,000	376,800	100,000	100,000
≤	218.250,739	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	130.153,127	2,000	157,000	170,036	100,000	100,000
≤	275.795,151	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	206.879,011	2,000	157,000	106,974	100,000	100,000
≤	-63.645,035	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI	1,000	TIDAK PERLU TULANGAN GESER	58.733,333	2,000	157,000	376,800	100,000	100,000
≤	275.795,151	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	206.879,011	2,000	157,000	106,974	100,000	100,000
≤	276.736,691	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	208.134,397	2,000	157,000	106,329	100,000	100,000
≤	-63.862,313	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI	1,000	TIDAK PERLU TULANGAN GESER	58.733,333	2,000	157,000	376,800	100,000	100,000
≤	276.736,691	≤	603.179,466	TIDAK MEMENUHI	58.733,333	≥	643.391,431	TIDAK MEMENUHI	4,000	PERLU TULANGAN GESER	208.134,397	2,000	157,000	106,329	100,000	100,000



Kontrol Jarak Spasi Tulangan Geser							Kes Tul Geser		Cek Persyaratan SRPMM untuk Ketahanan Geser										
<	d / 2	Ket	S Max	<	600,000	Ket	Ø	Jarak	S Pakai	<	d/4	Ket	S Pakai	<	8 x D Lent	Ket	S Pakai	<	24 x Seng
242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<	220,250	MEMENUHI	100,000	<	600,000	MEMENUHI	10,000	100,000	100,000	<	110,125	MEMENUHI	100,000	<	152,000	MEMENUHI	100,000	<	240,000
<</																			



835,6403  
850,1550

				Kes Tul Geser		Penyaluran Tulangan Kondisi Tarik										Panjang Penyaluran Tulangan				
Ket	S Pakai	≤	300,000	Ket	∅	Jarak	wt	wt	λ	Id	>	300,000	Keterangan	Idreduksi	Pembulatan	we	Idh	>	150,000	Keterangan
										mm		mm		mm	mm		mm		mm	
262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282
MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.203,418	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI
MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.203,418	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI
MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.203,418	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI
MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.201,672	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI
MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.201,672	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI
MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.201,672	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI
MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.212,012	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI
MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.212,012	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI
MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.212,012	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI
MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.208,717	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI
MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.208,717	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI
MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	1.208,717	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI
MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	921,903	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI
MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	921,903	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI
MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	921,903	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI
MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	918,628	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI
MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	918,628	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI
MEMENUHI	100,000	≤	300,000	MEMENUHI	10,000	100,000	1,000	1,500	1,000	1.224,321	>	300,000	MEMENUHI	918,628	1.500,000	1,000	333,015	>	150,000	MEMENUHI

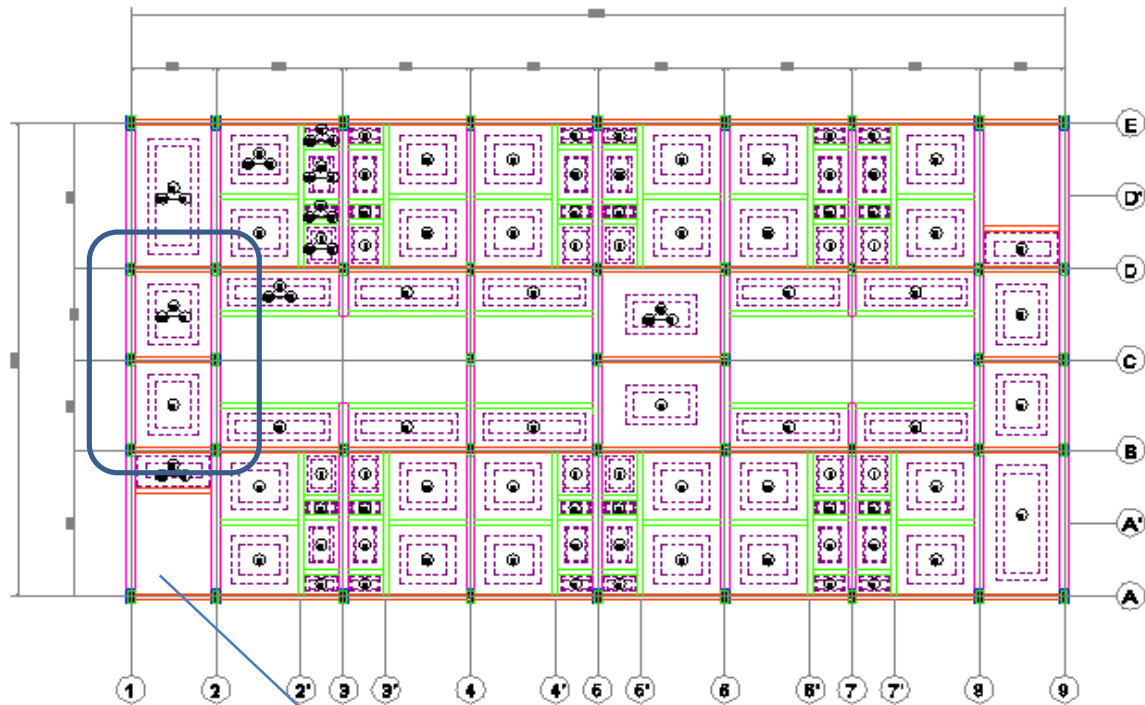


Penyaluran Tulangan Kondisi Tekan								Kontrol Retak										
Pembulatan		l dc	l dc	l dc pakai	l dc reduksi	Pembulatan	Panjang Kait	dc	A	z	z			Keterangan	ω	<	0,400	ket
Idh	reduksi	mm	mm					mm	mm2	N/mm2	Mn/mm2							
283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301
327,330	350,000	333,015	326,800	333,015	327,330	350,000	152,000	49,500	5.657,143	15.701,652	15,702	<	30,000	MEMENUHI	0,245	<	0,400	MEMENUHI
327,330	350,000	333,015	326,800	333,015	327,330	350,000	152,000	49,500	5.657,143	15.701,652	15,702	<	30,000	MEMENUHI	0,245	<	0,400	MEMENUHI
327,330	350,000	333,015	326,800	333,015	327,330	350,000	152,000	49,500	5.657,143	15.701,652	15,702	<	30,000	MEMENUHI	0,245	<	0,400	MEMENUHI
326,855	350,000	333,015	326,800	333,015	326,855	350,000	152,000	49,500	5.657,143	15.701,652	15,702	<	30,000	MEMENUHI	0,245	<	0,400	MEMENUHI
326,855	350,000	333,015	326,800	333,015	326,855	350,000	152,000	49,500	5.657,143	15.701,652	15,702	<	30,000	MEMENUHI	0,245	<	0,400	MEMENUHI
326,855	350,000	333,015	326,800	333,015	326,855	350,000	152,000	49,500	5.657,143	15.701,652	15,702	<	30,000	MEMENUHI	0,245	<	0,400	MEMENUHI
329,667	350,000	333,015	326,800	333,015	329,667	350,000	152,000	49,500	5.657,143	15.701,652	15,702	<	30,000	MEMENUHI	0,245	<	0,400	MEMENUHI
329,667	350,000	333,015	326,800	333,015	329,667	350,000	152,000	49,500	5.657,143	15.701,652	15,702	<	30,000	MEMENUHI	0,245	<	0,400	MEMENUHI
329,667	350,000	333,015	326,800	333,015	329,667	350,000	152,000	49,500	5.657,143	15.701,652	15,702	<	30,000	MEMENUHI	0,245	<	0,400	MEMENUHI
328,771	350,000	333,015	326,800	333,015	328,771	350,000	152,000	49,500	5.657,143	15.701,652	15,702	<	30,000	MEMENUHI	0,245	<	0,400	MEMENUHI
328,771	350,000	333,015	326,800	333,015	328,771	350,000	152,000	49,500	5.657,143	15.701,652	15,702	<	30,000	MEMENUHI	0,245	<	0,400	MEMENUHI
328,771	350,000	333,015	326,800	333,015	328,771	350,000	152,000	49,500	5.657,143	15.701,652	15,702	<	30,000	MEMENUHI	0,245	<	0,400	MEMENUHI
250,758	350,000	333,015	326,800	333,015	250,758	350,000	152,000	49,500	5.657,143	15.701,652	15,702	<	30,000	MEMENUHI	0,245	<	0,400	MEMENUHI
250,758	350,000	333,015	326,800	333,015	250,758	350,000	152,000	49,500	5.657,143	15.701,652	15,702	<	30,000	MEMENUHI	0,245	<	0,400	MEMENUHI
250,758	350,000	333,015	326,800	333,015	250,758	350,000	152,000	49,500	5.657,143	15.701,652	15,702	<	30,000	MEMENUHI	0,245	<	0,400	MEMENUHI
249,867	350,000	333,015	326,800	333,015	249,867	350,000	152,000	49,500	5.657,143	15.701,652	15,702	<	30,000	MEMENUHI	0,245	<	0,400	MEMENUHI
249,867	350,000	333,015	326,800	333,015	249,867	350,000	152,000	49,500	5.657,143	15.701,652	15,702	<	30,000	MEMENUHI	0,245	<	0,400	MEMENUHI
249,867	350,000	333,015	326,800	333,015	249,867	350,000	152,000	49,500	5.657,143	15.701,652	15,702	<	30,000	MEMENUHI	0,245	<	0,400	MEMENUHI

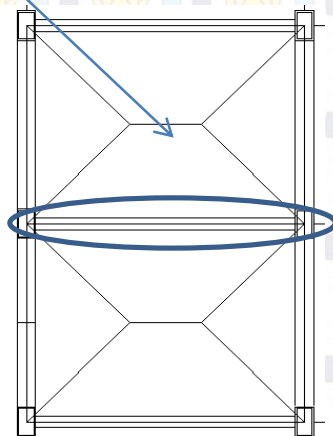


# CEK MOMEN BALOK MANUAL

- DENAH



- BALOK YANG DITINJAU



- HASIL SAAP

Mu Tumpuan =                      kgm

Mu Lapangan =                      kgm

- DATA

Lx1 =	335	cm	→	3,35	m
Ly1 =	300	cm	→	3	m
b =	30	cm	→	0,3	m
h =	40	cm	→	0,4	m

Lx2 =	335	cm	→	3,35	m
Ly2 =	300	cm	→	3	m

- BEBAN MATI

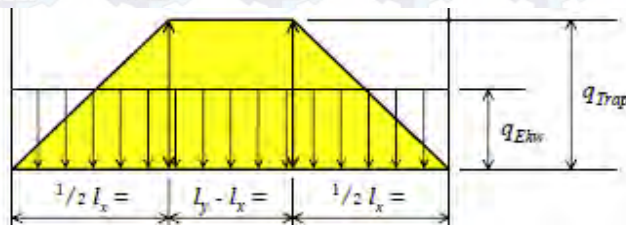
Berat sendiri plat		0,12	x	2400	=	288	Kg / m2
Spesi	t	=	2	cm	x	21	= 42 Kg / m2
Keramik	t	=	1	cm	x	24	= 24 Kg / m2
Plafond san penggantung		11	+	7	=	18	Kg / m2
Pemipaan air bersih san kotor					=	25	Kg / m2
Instalasi listrik					=	40	Kg / m2 +
					=	437	Kg / m2

- BEBAN HIDUP

Beban hidup rusun	=	250	Kg / m <sup>2</sup>
-------------------	---	-----	---------------------

- RUMUS

Beban trapesium yang terjadi dikonveksikan menjadi beban ekuivalen



$$q_{Trap} = q_{Pelat} \times \frac{1}{2} l_x$$

$$q_{Ekw} = \frac{1}{3} q_{Trap} \times \left\{ 3 - \left( \frac{l_x}{l_y} \right)^2 \right\} \rightarrow \text{Trapesium}$$

atau :

$$q_{Ekw} = \frac{2}{3} q_{Trap} \rightarrow \text{Segi tiga}$$

- PERHITUNGAN BEBAN - BEBAN BALOK :

- BEBAN MATI BALOK qDL

beban merata oleh ekuivalensi balok atas  
beban merata oleh ekuivalensi balok bawah  
Berat sendiri balok

q ekw	=	480,27	Kg / m
q ekw	=	480,27	Kg / m
	=	288	Kg / m +
qDL	=	1248,5	Kg / m

- BEBAN HIDUP qLL

beban merata oleh ekuivalensi balok atas  
beban merata oleh ekuivalensi balok bawah

q ekw	=	274,75	Kg / m
q ekw	=	274,75	Kg / m +
qLL	=	549,51	Kg / m

Beban merata ultimate	qu	=	1,2 qDL +	1,6 qLL
		=	1,2 x	1248,5 + 1,6 x 549,51 = 2377,5 Kg / m



- MOMEN MANUAL

Momen pada tumpuan

$$\begin{aligned} \text{Mu} &= (1/16) \times q_u \times L^2 \\ &= 1667,6 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Momen pada lapangan

$$\begin{aligned} \text{Mu} &= (1/24) \times q_u \times L^2 \\ &= 1111,7 \text{ kgm} \end{aligned}$$

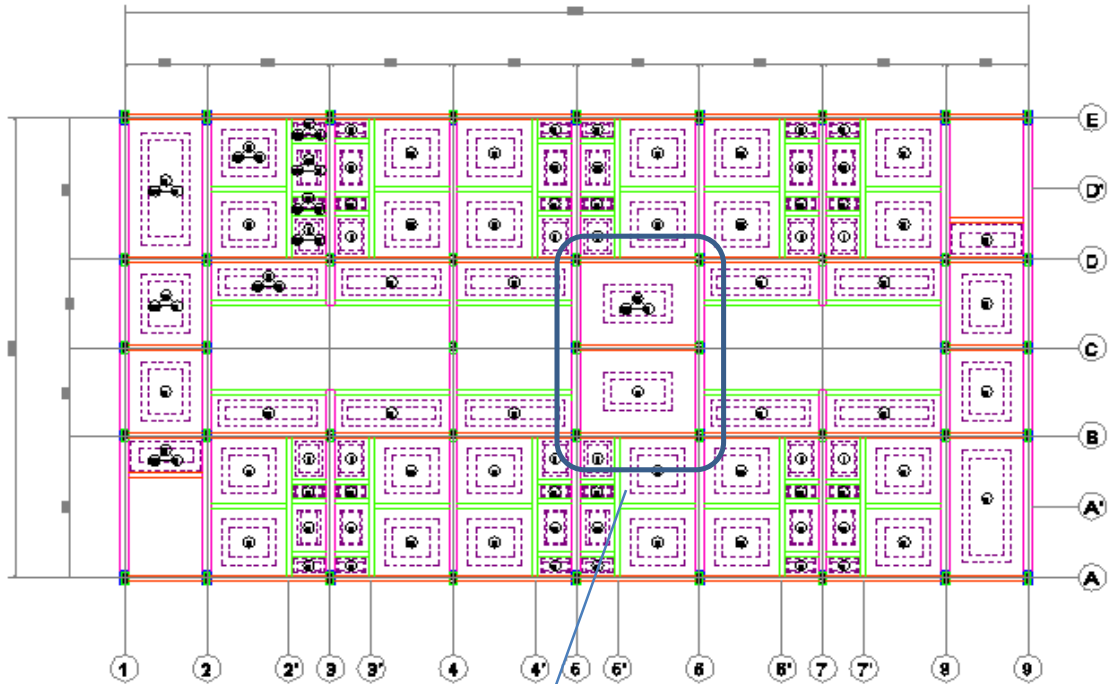
- HASIL

	Manual	Hasil SAP	% Perbedaan
Satuan	kgm	kgm	%
Mu Tumpuan	1667,6	0	#DIV/0!
Mu Lapangan	1111,7	0	#DIV/0!

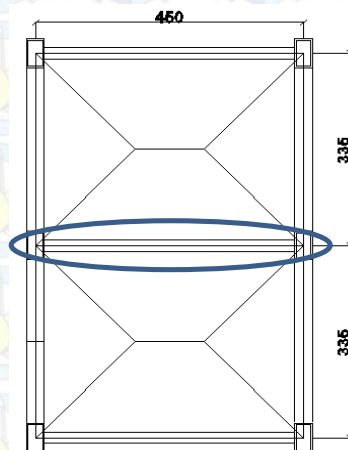


## CEK MOMEN BALOK MANUAL

- DENAH



- BALOK YANG DITINJAU



- HASIL SAAP

Mu Tumpuan = 3421,4 kgm

Mu Lapangan = 2136,3 kgm

- DATA

Lx1 =	450	cm	→	4,5	m
Ly1 =	335	cm	→	3,35	m
b =	30	cm	→	0,3	m
h =	40	cm	→	0,4	m

Lx2 =	450	cm	→	4,5	m
Ly2 =	335	cm	→	3,35	m

- BEBAN MATI

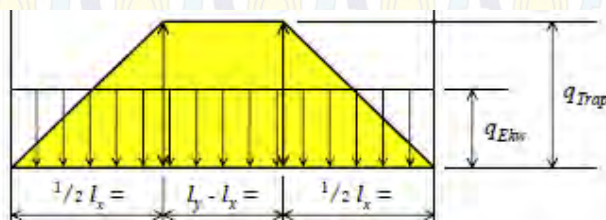
Berat sendiri plat	0,12	x	2400	=	288	Kg / m <sup>2</sup>	
Spesi t	2	cm	x	21	=	42	Kg / m <sup>2</sup>
Keramik t	1	cm	x	24	=	24	Kg / m <sup>2</sup>
Plafond san penggantung	11	+	7	=	18	Kg / m <sup>2</sup>	
Pemipaan air bersih san kotor				=	25	Kg / m <sup>2</sup>	
Instalasi listrik				=	40	Kg / m <sup>2</sup> +	
				=	437	Kg / m <sup>2</sup>	

- BEBAN HIDUP

Beban hidup rusun	=	250	Kg / m <sup>2</sup>
-------------------	---	-----	---------------------

- RUMUS

Beban trapesium yang terjadi dikonveksikan menjadi beban ekuivalen



$$q_{Trap} = q_{Pelat} \times \frac{1}{2} l_x$$

$$q_{Ekw} = \frac{1}{3} q_{Trap} \times \left\{ 3 - \left( \frac{l_x}{l_y} \right)^2 \right\} \rightarrow \text{Trapesium}$$

atau :

$$q_{Ekw} = \frac{2}{3} q_{Trap} \rightarrow \text{Segi tiga}$$

- PERHITUNGAN BEBAN - BEBAN BALOK :

- BEBAN MATI BALOK qDL

beban merata oleh ekuivalensi balok atas  
beban merata oleh ekuivalensi balok bawah  
Berat sendiri balok

q ekw	=	596,76	Kg / m
q ekw	=	596,76	Kg / m
	=	288	Kg / m
qDL	=	1481,5	Kg / m

- BEBAN HIDUP qLL

beban merata oleh ekuivalensi balok atas  
beban merata oleh ekuivalensi balok bawah

q ekw	=	341,39	Kg / m
q ekw	=	341,39	Kg / m
qLL	=	682,79	Kg / m

- Beban merata ultimate

$$q_u = 1,2 qDL + 1,6 qLL$$

$$= 1,2 \times 1481,5 + 1,6 \times 682,79 = 2870,3 \text{ Kg / m}$$



- MOMEN MANUAL

Momen pada tumpuan

$$\begin{aligned} \text{Mu} &= (1/16) \times q_u \times L^2 \\ &= 3632,7 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Momen pada lapangan

$$\begin{aligned} \text{Mu} &= (1/24) \times q_u \times L^2 \\ &= 2421,8 \text{ kgm} \end{aligned}$$

- HASIL

	Manual	Hasil SAP	% Perbedaan
Satuan	kgm	kgm	%
Mu Tumpuan	3632,7	3421,38	6,18
Mu Lapangan	2421,8	2136,26	13,37



I. INPUT DATA

Fc' = 30,0000 Mpa  
Fy Len = 400,0000 Mpa  
Fy Gsr = 320,0000 Mpa  
Fy Pntr = 400,0000 Mpa  
Ø Seng = 10,0000 mm  
Ø Lntr = 19,0000 mm  
Ø Gsr = 10,0000 mm  
Ø Pntr = 16,0000 mm  
Btn Dec = 40,0000 mm  
β1 = 0,8500 mm  
φ Lntr = 0,8000  
φ Pntr = 0,7500  
φ Gsr = 0,7500  
S agregat = 25,0000 mm  
φ L trk = 0,6500 mm

DATA BALOK													Tu	Tn	Vu	φTu	φTu Max
Lantai	TYPE	AS	b	h	d	d'	Bentang	Acp	Pcp	Aoh	Ph	Letak	(N.mm)	(N.mm)	N	(N.mm)	(N.mm)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Melintang	65	400,00	500,00	440,50	59,50	5.400,00	200.000,00	1.800,00	127.100,00	1.440,00	Tump. Kiri	7.185.831,08	9.581.108,11	126.219,29	7.607.257,74	30.429.030,97
												Lapangan	7.185.831,08	9.581.108,11	126.219,29	7.607.257,74	30.429.030,97
												Tump. Kanan	7.185.831,08	9.581.108,11	126.219,29	7.607.257,74	30.429.030,97
	Melintang	68	400,00	500,00	478,40	21,60	5.400,00	200.000,00	1.800,00	127.100,00	1.440,00	Tump. Kiri	169.396,24	225.861,65	17.532,31	7.607.257,74	30.429.030,97
												Lapangan	169.396,24	225.861,65	17.532,31	7.607.257,74	30.429.030,97
												Tump. Kanan	169.396,24	225.861,65	17.532,31	7.607.257,74	30.429.030,97



TULANGAN PUNTIR													
KET	$\sqrt{((V_u/bw.d)^2+(T_u.Ph/(1,7*A_{oh}))^2)}$	$\Phi((V_c/(bw.d))+(2V_{fc'}/3))$	Cek Kekucupan Penampang	A <sub>o</sub>	A <sub>t</sub> /s	A <sub>I</sub>	A <sub>I</sub> Min	Kontrol	A <sub>I</sub> digunakan	A <sub>I</sub> / 4	2 x ( A <sub>I</sub> / 4 )	Tulangan Puntir Longi	
												n	n Dibulatkan
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
TIDAK PERLU TULANGAN PUNTIR	0,8094	3,4233	0,0000	0,0000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0,0000	0,0000	0,0000	2,0000
TIDAK PERLU TULANGAN PUNTIR	0,8094	3,4233	0,0000	0,0000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0,0000	0,0000	0,0000	2,0000
TIDAK PERLU TULANGAN PUNTIR	0,8094	3,4233	0,0000	0,0000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0,0000	0,0000	0,0000	2,0000
TIDAK PERLU TULANGAN PUNTIR	0,0920	3,4233	0,0000	0,0000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0,0000	0,0000	0,0000	2,0000
TIDAK PERLU TULANGAN PUNTIR	0,0920	3,4233	0,0000	0,0000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0,0000	0,0000	0,0000	2,0000
TIDAK PERLU TULANGAN PUNTIR	0,0920	3,4233	0,0000	0,0000	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0,0000	0,0000	0,0000	2,0000



			TULANGAN LENTUR													
tudinal	AS Pasang Puntir	Kontrol														
Diameter			Mu	Mn	Nu	Nn	Xb	X Max	X Min	X Rencana	Cc'	Asc	Mnc	Mns	KET	Cs' = T2
	mm <sup>2</sup>		(N.mm)	(N.mm)			mm	mm			N	mm <sup>2</sup>	N.mm		R / T	N
33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
16,0000	401,9200	MEMENUHI	150.302.987,00	187.878.733,75	59.391,97	91.372,26	264,30	198,23	59,50	132,15	1.145.740,50	2.864,35	440.349.607,24	-252.470.873,5	TUNGGAL	-662.653,21
16,0000	401,9200	MEMENUHI	107.655.672,80	134.569.591,00	59.391,97	91.372,26	264,30	198,23	59,50	132,15	1.145.740,50	2.864,35	440.349.607,24	-305.780.016,2	TUNGGAL	-802.572,22
16,0000	401,9200	MEMENUHI	146.220.437,00	182.775.546,25	59.391,97	91.372,26	264,30	198,23	59,50	132,15	1.145.740,50	2.864,35	440.349.607,24	-257.574.061,0	TUNGGAL	-676.047,40
16,0000	401,9200	MEMENUHI	44.160.633,00	55.200.791,25	59.391,97	91.372,26	287,04	215,28	21,60	143,52	1.244.318,40	3.110,80	519.383.477,43	-464.182.686,2	TUNGGAL	-1.016.161,75
16,0000	401,9200	MEMENUHI	20.918.666,91	26.148.333,64	59.391,97	91.372,26	287,04	215,28	21,60	143,52	1.244.318,40	3.110,80	519.383.477,43	-493.235.143,8	TUNGGAL	-1.079.761,70
16,0000	401,9200	MEMENUHI	56.375.677,00	70.469.596,25	59.391,97	91.372,26	287,04	215,28	21,60	143,52	1.244.318,40	3.110,80	519.383.477,43	-448.913.881,2	TUNGGAL	-982.736,17



Tul Pasang Tarik																				
fs'	KET	fs' Pakai	es'	As' Perlu	Ass	As Perlu	n	n dibulatkan	Diameter	As Pasang	Kontrol	As + ( Al / 4 )	n	n Dibulatkan	Diameter	As Pasang	Kontrol	n	Diameter	As Pasang
Mpa		Mpa		mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	Buah	Buah	mm	mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	Buah	Buah	mm	mm <sup>2</sup>		Buah	mm	mm <sup>2</sup>
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
329,85	TIDAK LELEH	329,85	0,00	-2.177,26	-1.656,63	1.207,72	4,2618	5,00	19,00	1.416,93	MEMENUHI	1.207,7182	4,2618	5,0000	19,00	1.416,93	MEMENUHI	5,00	19,00	1.416,93
329,85	TIDAK LELEH	329,85	0,00	-2.636,98	-2.006,43	857,92	3,0274	4,00	19,00	1.133,54	MEMENUHI	857,9207	3,0274	4,0000	19,00	1.133,54	MEMENUHI	4,00	19,00	1.133,54
329,85	TIDAK LELEH	329,85	0,00	-2.221,26	-1.690,12	1.174,23	4,1436	5,00	19,00	1.416,93	MEMENUHI	1.174,2327	4,1436	5,0000	19,00	1.416,93	MEMENUHI	5,00	19,00	1.416,93
509,70	LELEH	10,00	0,00	65.558,82	-2.540,40	570,39	2,0128	3,00	19,00	850,16	MEMENUHI	570,3916	2,0128	3,0000	19,00	850,16	MEMENUHI	3,00	19,00	850,16
509,70	LELEH	19,00	0,00	166.117,18	-2.699,40	411,39	1,4517	2,00	19,00	566,77	MEMENUHI	411,3918	1,4517	2,0000	19,00	566,77	MEMENUHI	2,00	19,00	566,77
509,70	LELEH	10,00	0,00	63.402,33	-2.456,84	653,96	2,3077	3,00	19,00	850,16	MEMENUHI	653,9556	2,3077	3,0000	19,00	850,16	MEMENUHI	3,00	19,00	850,16



TULANGAN LENTUR RANGKAP																			
	Tul Pasang Tekan						Tul Pasang Tek + Puntir Long					Kesimpulan Tul Tekan			Tarik 1 Lapis		Tarik 2 Lapis		Ket
As' Perlu	n	n Dibulatkan	Diameter	As' Pasang	Kontrol	As' + ( Al / 4 )	n	n Dibulatkan	Diameter	As' Pasang	Kontrol	n	Diameter	As' Pasang	Smaks	Ket	Smaks	Ket	
mm <sup>2</sup>				mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>				mm <sup>2</sup>				mm <sup>2</sup>	mm		mm		
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
-2.177,3	-7,68	2,00	19,00	566,77	MEMENUHI	-2.177,26	-7,68	2,0000	19,0000	566,77	MEMENUHI	2,00	19,00	566,77	51,25	MEMENUHI	121,50	MEMENUHI	1 LAPIS
-2.637,0	-9,31	2,00	10,00	566,77	MEMENUHI	-2.636,98	-9,31	2,0000	19,0000	566,77	MEMENUHI	2,00	19,00	566,77	74,67	MEMENUHI	262,00	MEMENUHI	1 LAPIS
-2.221,3	-7,84	2,00	16,00	566,77	MEMENUHI	-2.221,26	-7,84	2,0000	19,0000	566,77	MEMENUHI	2,00	19,00	566,77	51,25	MEMENUHI	121,50	MEMENUHI	1 LAPIS
65.558,8	231,34	232,00	40,00	65.745,32	MEMENUHI	65.558,82	231,34	232,0000	19,0000	65.745,32	MEMENUHI	232,00	19,00	65.745,32	121,50	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS
166.117	586,19	587,00	0,85	166.347,0	MEMENUHI	166.117,18	586,19	587,0000	19,0000	166.347,00	MEMENUHI	587,00	19,00	166.347,00	262,00	MEMENUHI	-300,00	TIDAK MEME	1 LAPIS
63.402,3	223,73	224,00	0,80	63.478,24	MEMENUHI	63.402,33	223,73	224,0000	19,0000	63.478,24	MEMENUHI	224,00	19,00	63.478,24	121,50	MEMENUHI	#DIV/0!	#DIV/0!	1 LAPIS



Tekan 1 Lapis		Ket	As Pasang	As' Pasang	Cek						Tekan Beton	Tek Tul Rang	Mom Nom	Kontrol		
Smaks	Ket				M Len Tump +	(1/3) M Len Tump -	Ket	As Tarik	As Tekan	a	Cc'	Cs'	Mn	Perenc	Cc' Max	As Max
mm			mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	N	N	(N.mm)		N	
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107
262,00	MEMENUHI	1 LAPIS	1.416,93	566,77	566,77	472,31	MEMENUHI	1.416,93	566,77	37,24	379.819,53	186.950,47	231.466.922,51	OK	1.718.610,75	4.296,53
262,00	MEMENUHI	1 LAPIS	1.133,54	566,77	566,77	377,85	MEMENUHI	1.133,54	566,77	26,12	266.465,53	186.950,47	185.125.612,83	OK	<b>1.718.610,75</b>	4.296,53
262,00	MEMENUHI	1 LAPIS	1.416,93	566,77	566,77	472,31	MEMENUHI	1.416,93	566,77	37,24	379.819,53	186.950,47	231.466.922,51	OK	<b>1.718.610,75</b>	4.296,53
-17,78	TIDAK MEME	2 LAPIS	850,16	65.745,32	65.745,32	283,39	MEMENUHI	850,16	65.745,32	-31,12	-317.391,20	657.453,20	143.546.574,92	OK	1.866.477,60	4.666,19
-18,52	TIDAK MEME	2 LAPIS	566,77	166.347,00	166.347,00	188,92	MEMENUHI	566,77	166.347,00	-287,64	-2.933.884,91	3.160.592,91	-381.756.828,75	TIDAK OK	<b>1.866.477,60</b>	4.666,19
-17,74	TIDAK MEME	2 LAPIS	850,16	63.478,24	63.478,24	283,39	MEMENUHI	850,16	63.478,24	-28,89	-294.720,40	634.782,40	144.716.512,23	OK	<b>1.866.477,60</b>	4.666,19



Tulangan Lentur Menggunakan Tekan																		
Tulangan Lentur Tekan dan Tarik																		
Mn Max	Kontrol	Ket	Mns = Mn - MnC	Cs Perlu	fs'	Ket	As'	Tul Pakai			As' Pasang	Kontrol	T = Cc Max + Cs	As Perlu	Tul Pakai			As Pasang
								n	d	d dibulatkan					n	d	d dibulatkan	
108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
612.262.598,6	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-424.383.864,86	-1.113.868,41	419,90	OK	-2.974,28	2,00	#NUM!	4,00	25,12	MEMENUHI	604.742,34	1.511,86	4,00	21,94	20,00	1.256,00
612.262.598,6	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-477.693.007,61	-1.253.787,42	419,90	OK	-3.347,90	2,00	#NUM!	4,00	25,12	MEMENUHI	464.823,33	1.162,06	3,00	22,21	17,00	680,60
612.262.598,6	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-429.487.052,36	-1.127.262,60	419,90	OK	-3.010,05	2,00	#NUM!	4,00	25,12	MEMENUHI	591.348,15	1.478,37	4,00	21,70	20,00	1.256,00
722.151.382,3	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-666.950.591,06	-1.460.049,46	539,80	OK	-3.898,66	2,00	#NUM!	4,00	25,12	MEMENUHI	406.428,14	1.016,07	4,00	17,99	20,00	1.256,00
722.151.382,3	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-696.003.048,67	-1.523.649,41	539,80	OK	-4.068,49	2,00	#NUM!	4,00	25,12	MEMENUHI	342.828,19	857,07	3,00	19,08	17,00	680,60
722.151.382,3	TIDAK OK	Tidak Perlu Tul Tek	-651.681.786,06	-1.426.623,87	539,80	OK	-3.809,41	2,00	#NUM!	4,00	25,12	MEMENUHI	439.853,73	1.099,63	4,00	18,71	20,00	1.256,00



	Tul Tarik																	
Kontrol	M	ρ Min	ρ Balance	ρ Max	Rn	ρ Perlu	ρ Min ≤ ρ Perlu ≤ ρ Max	ρ Min < ρ Perlu	ρ Perlu < ρ Max	ρ Digunakan	As Perlu	As Nu	As	n	n Dibulatkan	Diameter	As Pasang	Kontrol
					N / mm <sup>2</sup>						mm <sup>2</sup>			Buah	Buah	mm	mm <sup>2</sup>	
127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145
TIDAK MEMENUHI	15,6863	0,0035	0,0325	0,0244	2,4206	0,0064	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,0064	1.122,35	228,43	1.350,8	4,77	5,00	19,00	1.416,93	MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	15,6863	0,0035	0,0325	0,0244	1,7338	0,0045	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,0045	791,63	228,43	1.020,1	3,60	4,00	19,00	1.133,54	MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	15,6863	0,0035	0,0325	0,0244	2,3549	0,0062	MEMENUHI	MEMENUHI	MEMENUHI	0,0062	1.090,23	228,43	1.318,7	4,65	5,00	19,00	1.416,93	MEMENUHI
MEMENUHI	15,6863	0,0035	0,0325	0,0244	0,6030	0,0015	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,0035	669,76	228,43	898,2	3,17	4,00	19,00	1.133,54	MEMENUHI
TIDAK MEMENUHI	15,6863	0,0035	0,0325	0,0244	0,2856	0,0007	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,0035	669,76	228,43	898,2	3,17	4,00	19,00	1.133,54	MEMENUHI
MEMENUHI	15,6863	0,0035	0,0325	0,0244	0,7698	0,0020	TIDAK MEMENUHI	TIDAK MEMENUHI	MEMENUHI	0,0035	669,76	228,43	898,2	3,17	4,00	19,00	1.133,54	MEMENUHI



TULANGAN LENTUR TUNGGAL																			
Tul Tarik + Puntir						Kes Tul Tarik			Tul Tekan		Tul Tekan + Puntir						Kes Tul Tekan		
As + ( Al / 4 )	n	n Dibulatkan	Diameter	As Pasang	Kontrol	n	Diameter	As Pasang	As' Pertu	As' + ( Al / 4 )	As' + ( Al / 4 ) + AsNn	n	n Dibulatkan	Diameter	As' Pakai	Kontrol	n	Diameter	As' Pasang
mm <sup>2</sup>	Buah	Buah	mm	mm <sup>2</sup>		Buah	mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>		Buah	Buah	mm	mm <sup>2</sup>		Buah	mm	mm <sup>2</sup>
146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165
1.350,78	4,77	5,00	19,00	1.416,93	MEMENUHI	5,00	19,00	1.416,93	0,00	0,00	228,43	0,81	2,00	19,00	566,77	MEMENUHI	2,00	19,00	566,77
1.020,06	3,60	4,00	19,00	1.133,54	MEMENUHI	4,00	19,00	1.133,54	0,00	0,00	228,43	0,81	2,00	19,00	566,77	MEMENUHI	2,00	19,00	566,77
1.318,66	4,65	5,00	19,00	1.416,93	MEMENUHI	5,00	19,00	1.416,93	0,00	0,00	228,43	0,81	2,00	19,00	566,77	MEMENUHI	2,00	19,00	566,77
898,19	3,17	4,00	19,00	1.133,54	MEMENUHI	4,00	19,00	1.133,54	0,00	0,00	228,43	0,81	2,00	19,00	566,77	MEMENUHI	2,00	19,00	566,77
898,19	3,17	4,00	19,00	1.133,54	MEMENUHI	4,00	19,00	1.133,54	0,00	0,00	228,43	0,81	2,00	19,00	566,77	MEMENUHI	2,00	19,00	566,77
898,19	3,17	4,00	19,00	1.133,54	MEMENUHI	4,00	19,00	1.133,54	0,00	0,00	228,43	0,81	2,00	19,00	566,77	MEMENUHI	2,00	19,00	566,77



Tarik 1 Lapis		Tarik 2 Lapis		Ket	Tekan 1 Lapis		Ket	As Pasang	As' Pasang	Cek			Cek Rangkap					
Smaks	Ket	Smaks	Ket		Smaks	Ket				M Len Tump +	(1/3) M Len Tump -	Ket	As Tarik	As Tekan	a	Cc'	Cs'	Mn
mm		mm			mm			mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	N	N	(N.mm)
166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184
51,25	MEMENUHI	121,50	MEMENUHI	1 LAPIS	262,00	MEMENUHI	1 LAPIS	1.416,93	566,77	566,77	472,31	MEMENUHI	1.416,93	566,77	33,34	340.062,00	226.708,00	230.504.325,48
74,67	MEMENUHI	262,00	MEMENUHI	1 LAPIS	262,00	MEMENUHI	1 LAPIS	1.133,54	566,77	566,77	377,85	MEMENUHI	1.133,54	566,77	22,23	226.708,00	226.708,00	183.721.184,88
51,25	MEMENUHI	121,50	MEMENUHI	1 LAPIS	262,00	MEMENUHI	1 LAPIS	1.416,93	566,77	566,77	472,31	MEMENUHI	1.416,93	566,77	33,34	340.062,00	226.708,00	230.504.325,48
74,67	MEMENUHI	262,00	MEMENUHI	1 LAPIS	262,00	MEMENUHI	1 LAPIS	1.133,54	566,77	566,77	377,85	MEMENUHI	1.133,54	566,77	22,23	226.708,00	226.708,00	209.497.884,48
74,67	MEMENUHI	262,00	MEMENUHI	1 LAPIS	262,00	MEMENUHI	1 LAPIS	1.133,54	566,77	566,77	377,85	MEMENUHI	1.133,54	566,77	22,23	226.708,00	226.708,00	209.497.884,48
74,67	MEMENUHI	262,00	MEMENUHI	1 LAPIS	262,00	MEMENUHI	1 LAPIS	1.133,54	566,77	566,77	377,85	MEMENUHI	1.133,54	566,77	22,23	226.708,00	226.708,00	209.497.884,48



	Momen Nominal Kiri						Momen Nominal Kanan										
Perenc	As Pasang	As' Pasang	a	Cc'	Cs'	Mn Kiri	As Pasang	As' Pasang	a	Cc'	Cs'	Mn Kiri	Vu	Vu1	√fc'	25/3 Mpa	Syarat fc'
	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	N	N	(N.mm)	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	N	N	(N.mm)	N	N			
185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202
OK	1.416,93	566,77	33,34	340.062,00	226.708,00	230.504.325,48	1.416,93	566,77	33,34	340.062,00	226.708,00	230.504.325,48	126.219,29	211.591,26	5,48	8,33	MEMENUHI
OK													126.219,29	133.224,13	5,48	8,33	MEMENUHI
OK													126.219,29	211.591,26	5,48	8,33	MEMENUHI
OK	1.133,54	566,77	22,23	226.708,00	226.708,00	209.497.884,48	1.133,54	566,77	22,23	226.708,00	226.708,00	209.497.884,48	17.532,31	95.124,12	5,48	8,33	MEMENUHI
OK													17.532,31	59.892,96	5,48	8,33	MEMENUHI
OK													17.532,31	95.124,12	5,48	8,33	MEMENUHI



Kuat Ges Beton	Kuat Ges Tul Ges			Kondisi 1			Tidak Per Tul Geser	Kondisi 2					Tul Geser Minimum	Kondisi 3		
Vc	Vs Min	Vs Max	2Vs Max	Vu	≤	0,5 x Ø x VC	Ket	0,5 x Ø x VC	≤	Vu	≤	Ø x VC	Ket	Ø x VC	≤	Vu
N	N	N	N	N		N		N		N		N		N		N
203	204	205	206	207	##	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219
160.847,86	58.733,33	321.695,72	643.391,43	211.591,26	≤	60.317,95	TIDAK MEMENUHI	60.317,95	≤	211.591,26	≤	120.635,89	TIDAKMEMENUHI	120.635,89	≤	211.591,26
160.847,86	58.733,33	321.695,72	643.391,43	133.224,13	≤	60.317,95	TIDAK MEMENUHI	60.317,95	≤	133.224,13	≤	120.635,89	TIDAKMEMENUHI	120.635,89	≤	133.224,13
160.847,86	58.733,33	321.695,72	643.391,43	211.591,26	≤	60.317,95	TIDAK MEMENUHI	60.317,95	≤	211.591,26	≤	120.635,89	TIDAKMEMENUHI	120.635,89	≤	211.591,26
174.686,98	63.786,67	349.373,96	698.747,92	95.124,12	≤	65.507,62	TIDAK MEMENUHI	65.507,62	≤	95.124,12	≤	131.015,24	MEMENUHI	131.015,24	≤	95.124,12
174.686,98	63.786,67	349.373,96	698.747,92	59.892,96	≤	65.507,62	MEMENUHI	65.507,62	≤	59.892,96	≤	131.015,24	TIDAK MEMENUHI	131.015,24	≤	59.892,96
174.686,98	63.786,67	349.373,96	698.747,92	95.124,12	≤	65.507,62	TIDAK MEMENUHI	65.507,62	≤	95.124,12	≤	131.015,24	MEMENUHI	131.015,24	≤	95.124,12



TULANGAN GESER														
		Tul Geser Minimum	Kondisi 4					Perlu Tul Geset	Kondisi 5					Perlu Tul Geset
≤	Ø x ( VC + Vs Min )	Ket	Ø x ( VC + Vs Min )	≤	Vu	≤	Ø x ( VC + Vs Max )	Ket	Ø x ( VC + Vs Max )	≤	Vu	≤	Ø x ( VC + 2Vs Max )	Ket
	N		N		N		N		N		N		N	
220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234
≤	164.685,89	TIDAKMEMENUHI	164.685,89	≤	211.591,26	≤	361.907,68	MEMENUHI	361.907,68	≤	211.591,26	≤	603.179,47	TIDAK MEMENUHI
≤	164.685,89	MEMENUHI	164.685,89	≤	133.224,13	≤	361.907,68	TIDAK MEMENUHI	361.907,68	≤	133.224,13	≤	603.179,47	TIDAK MEMENUHI
≤	164.685,89	TIDAKMEMENUHI	164.685,89	≤	211.591,26	≤	361.907,68	MEMENUHI	361.907,68	≤	211.591,26	≤	603.179,47	TIDAK MEMENUHI
≤	178.855,24	TIDAK MEMENUHI	178.855,24	≤	95.124,12	≤	393.045,71	TIDAK MEMENUHI	393.045,71	≤	95.124,12	≤	655.076,18	TIDAK MEMENUHI
≤	178.855,24	TIDAK MEMENUHI	178.855,24	≤	59.892,96	≤	393.045,71	TIDAK MEMENUHI	393.045,71	≤	59.892,96	≤	655.076,18	TIDAK MEMENUHI
≤	178.855,24	TIDAK MEMENUHI	178.855,24	≤	95.124,12	≤	393.045,71	TIDAK MEMENUHI	393.045,71	≤	95.124,12	≤	655.076,18	TIDAK MEMENUHI



Kondisi 6			Perbesar Penamp	Ket Kondisi					Jarak Tul Ges		Kontrol Jarak Spasi Tulangan Geser							
Vs	≥	2 Vs Max	Ket	Kondisi	Ket	Vs Perlu	n Rencana	Av Perlu	S Perlu	S Pakai	S Max	≤	d / 2	Ket	S Max	≤	600,0000	Ket
N		N				N		mm <sup>2</sup>	mm	mm								
235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253
58.733,33	≥	643.391,43	TIDAK MEMENUHI	4,00	PERLU TULANGAN GESER	121.273,83	2,00	157,00	182,49	175,00	175,00	≤	220,25	MEMENUHI	175,00	≤	600,00	MEMENUHI
58.733,33	≥	643.391,43	TIDAK MEMENUHI	3,00	TULANGAN GESER MINIMUM	58.733,33	2,00	157,00	376,80	375,00	375,00	≤	220,25	TIDAK MEME	375,00	≤	600,00	MEMENUHI
58.733,33	≥	643.391,43	TIDAK MEMENUHI	4,00	PERLU TULANGAN GESER	121.273,83	2,00	157,00	182,49	175,00	175,00	≤	220,25	MEMENUHI	175,00	≤	600,00	MEMENUHI
63.786,67	≥	698.747,92	TIDAK MEMENUHI	2,00	TULANGAN GESER MINIMUM	63.786,67	2,00	157,00	376,80	375,00	375,00	≤	239,20	TIDAK MEME	375,00	≤	600,00	MEMENUHI
63.786,67	≥	698.747,92	TIDAK MEMENUHI	1,00	TIDAK PERLU TULANGAN GESER	63.786,67	2,00	157,00	376,80	375,00	375,00	≤	239,20	TIDAK MEME	375,00	≤	600,00	MEMENUHI
63.786,67	≥	698.747,92	TIDAK MEMENUHI	2,00	TULANGAN GESER MINIMUM	0,00	2,00	157,00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	≤	239,20	#DIV/0!	#DIV/0!	≤	600,00	#DIV/0!



Kes Tul Geser		Cek Persyaratan SRPMM untuk Ketahanan Geser																Kes Tul Geser				
Ø	Jarak	S Pakai	≤	d/4	Ket	S Pakai	≤	8 x D Lent	Ket	S Pakai	≤	24 x Seng	Ket	S Pakai	≤	300,0000	Ket	Ø	Jarak	ψt	ψt	λ
254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276
10,00	175,00	175,00	≤	110,13	TIDAK MEMENUHI	175,00	≤	152,00	TIDAK MEME	175,00	≤	240,00	MEMENUHI	175,00	≤	300,00	MEMENUHI	10,00	110,00	1,00	1,50	1,00
10,00	375,00	375,00	≤	110,13	TIDAK MEMENUHI	375,00	≤	152,00	TIDAK MEME	375,00	≤	240,00	TIDAK MEME	375,00	≤	300,00	TIDAK MEME	10,00	110,00	1,00	1,50	1,00
10,00	175,00	175,00	≤	110,13	TIDAK MEMENUHI	175,00	≤	152,00	TIDAK MEME	175,00	≤	240,00	MEMENUHI	175,00	≤	300,00	MEMENUHI	10,00	110,00	1,00	1,50	1,00
10,00	375,00	375,00	≤	119,60	TIDAK MEMENUHI	375,00	≤	152,00	TIDAK MEME	375,00	≤	240,00	TIDAK MEME	375,00	≤	300,00	TIDAK MEME	10,00	119,00	1,00	1,50	1,00
10,00	375,00	375,00	≤	119,60	TIDAK MEMENUHI	375,00	≤	152,00	TIDAK MEME	375,00	≤	240,00	TIDAK MEME	375,00	≤	300,00	TIDAK MEME	10,00	119,00	1,00	1,50	1,00
10,00	#DIV/0!	#DIV/0!	≤	119,60	#DIV/0!	#DIV/0!	≤	152,00	#DIV/0!	#DIV/0!	≤	240,00	#DIV/0!	#DIV/0!	≤	300,00	#DIV/0!	10,00	#DIV/0!	1,00	1,50	1,00



Panjang Penyaluran Tulangan																			
Penyaluran Tulangan Kondisi Tarik						Penyaluran Tulangan Berkait Kondisi Tarik						Penyaluran Tulangan Kondisi Tekan							
Id	>	300	Keterangan	Idreduksi	Pembulatan	we	ldh	>	150	Keterangan	ldhreduksi	Pembulatan	l dc	l dc	l dc pakai	l dc reduksi	Pembulatan	Panjang Kait	dc
mm		mm		mm	mm		mm		mm			mm	mm	mm					mm
277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296
1.224,32	>	300,00	MEMENUHI	1.167,17	1.500,00	1,00	333,02	>	150,00	MEMENUHI	317,47	350,00	333,02	326,80	333,02	317,47	350,00	152,00	49,50
1.224,32	>	300,00	MEMENUHI	1.101,75	1.500,00	1,00	333,02	>	150,00	MEMENUHI	299,68	350,00	333,02	326,80	333,02	299,68	350,00	152,00	49,50
1.224,32	>	300,00	MEMENUHI	1.139,41	1.500,00	1,00	333,02	>	150,00	MEMENUHI	309,92	350,00	333,02	326,80	333,02	309,92	350,00	152,00	49,50
1.224,32	>	300,00	MEMENUHI	970,12	1.500,00	1,00	333,02	>	150,00	MEMENUHI	263,87	350,00	333,02	326,80	333,02	263,87	350,00	152,00	49,50
1.224,32	>	300,00	MEMENUHI	970,12	1.500,00	1,00	333,02	>	150,00	MEMENUHI	263,87	350,00	333,02	326,80	333,02	263,87	350,00	152,00	49,50
1.224,32	>	300,00	MEMENUHI	970,12	1.500,00	1,00	333,02	>	150,00	MEMENUHI	263,87	350,00	333,02	326,80	333,02	263,87	350,00	152,00	49,50



[illegible]



- INPUT DATA PERENCANAAN

fc ' :	30,0 Mpa	S Sejajar :	40,0 mm	L Kol L1 :	3200,0 mm
Ec Beton :	25743,0 Mpa	β1 :	0,9	φ :	0,7
Es Baja :	200000,0 Mpa	β Lentur :	0,7	L Kol 2 - 4	2800,0 mm
fy Lentur:	400,0 Mpa	β Geser :	0,8	L kol 5	3000,0 mm
fy Geser :	320,0 Mpa	L BI Mem:	4500,0 mm		
Ø Lentur :	19,0 mm	L BI Lin	5400,0 mm		
Ø Geser :	10,0 mm	L BI Kan :	1625,0 mm		
Decking :	40,0 mm	L Kol Pn :	1000,0 mm		

KOLOM 645 DENGAN AXIAL TERBESAR

DATA KOLOM															
Lantai	TYPE	AS	b	h	L	d	d'	d''	Kombi	Pu	Kombi	Pu	Kombi	Pu Max	(Ag.fc')/10
			mm	mm	mm	mm	mm	mm							
1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0			14,0
1,0	40 / 50	729,0	450,0	450,0	3200,0	390,5	59,5	165,5	1,2D	1473521,2	1,2D + 1,6L	1813809,9	1,2D + 1,6L+0,8 W	1815477,3	607500,0

KOLOM 808 DENGAN MOMEN M3 / MY MAX

DATA KOLOM															
Lantai	TYPE	AS	b	h	L	d	d'	d''	Kombi	Pu	Kombi	Pu	Kombi	Pu Max	(Ag.fc')/10
			mm	mm	mm	mm	mm	mm							
1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0			14,0
2,0	40 / 50	808,0	450,0	450,0	2800,0	390,5	59,5	165,5	1,2D	885504,9	1,2D + 1,6L	1053778,5	1,2D + 1,6L+0,8 W	1055213,5	607500,0

KOLOM 724 DENGAN MOMEN M2 / MX MAX

DATA KOLOM															
Lantai	TYPE	AS	b	h	L	d	d'	d''	Kombi	Pu	Kombi	Pu	Kombi	Pu Max	(Ag.fc')/10
			mm	mm	mm	mm	mm	mm		N		N			
1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0			14,0
	40 / 50	724,0	450,0	450,0	2800,0	390,5	59,5	165,5	1,2D	737191,4	1,2D + 1,6L	924445,9	1,2D + 1,6L+0,8 W	925257,5	607500,0

KOLOM 1018 DENGAN MOMEN M2 / MX MAX

DATA KOLOM															
Lantai	TYPE	AS	b	h	L	d	d'	d''	Kombi	Pu	Kombi	Pu	Kombi	Pu Max	(Ag.fc')/10
			mm	mm	mm	mm	mm	mm							
1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0			14,0
	40 / 50	724,0	450,0	450,0	2800,0	390,5	59,5	165,5	1,2D	68746,4	1,2D + 1,6L	77341,1	1,2D + 1,6L	77341,1	607500,0

GAYA TERBESAR



<	Pu	Ket	$\beta d$	lg	Ec	Eik	Balok Mekan		lg	Ec	Eib	Balok Melin	
							b	h				b	h
				mm <sup>4</sup>	Mpa	Nmm <sup>2</sup>	mm	mm	mm <sup>4</sup>	Mpa	Nmm <sup>2</sup>	mm	mm
15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0	28,0
<	1815477,3	MEMENUHI	0,8	2392031250,0	25743,0	13590443779692,4	300,0	400,0	560000000,0	25743,0	3181667679562,2	400,0	500,0

<	Pu	Ket	$\beta d$	lg	Ec	Eik	Balok Mekan		lg	Ec	Eib	Balok Melin	
							b	h				b	h
				mm <sup>4</sup>	Mpa	Nmm <sup>2</sup>	mm	mm	mm <sup>4</sup>	Mpa	Nmm <sup>2</sup>	mm	mm
15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0	28,0
<	1055213,5	MEMENUHI	0,8	2392031250,0	25743,0	13384229322055,6	300,0	400,0	560000000,0	25743,0	3133390678048,7	400,0	500,0

<	Pu	Ket	$\beta d$	lg	Ec	Eik	Balok Mekan		lg	Ec	Eib	Balok Melin	
							b	h				b	h
				mm <sup>4</sup>	Mpa	Nmm <sup>2</sup>	mm	mm	mm <sup>4</sup>	Mpa	Nmm <sup>2</sup>	mm	mm
15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0	28,0
<	924445,9	MEMENUHI	0,8	2392031250,0	25743,0	13703471753457,0	300,0	400,0	560000000,0	25743,0	3208128732405,1	400,0	500,0

<	Pu	Ket	$\beta d$	lg	Ec	Eik	Balok Mekan		lg	Ec	Eib	Balok Melin	
							b	h				b	h
				mm <sup>4</sup>	Mpa	Nmm <sup>2</sup>	mm	mm	mm <sup>4</sup>	Mpa	Nmm <sup>2</sup>	mm	mm
15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0	28,0
<	77341,1	TIDAK MEMENUHI	0,9	2392031250,0	25743,0	13040149595953,6	300,0	400,0	560000000,0	25743,0	3052837948389,7	400,0	500,0



lg	Ec	Eib	ψ Atas	ψ Bawah	k (grafik)	r	k.Lu / r	≥	22,0	Ket	1,2DL+1LL+0,3Ex+1Ey		1,2DL + 1,6 LL		Pc	(P kritis)
											M1s	M2s	M1ns	M2ns		
mm4	Mpa	Nmm2									Nmm	Nmm	Nmm	Nmm		N
29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0	43,0		44,0
145833333,3	25743,0	8285592915526,5	1,1	6,0	1,8	108,7	51,5	≥	22,0	MEMENUHI	15674125,5	17735349,8	1463568,6	1473060,0		4272842,5

lg	Ec	Eib	ψ Atas	ψ Bawah	k (grafik)	r	k.Lu / r	≥	22,0	Ket	1,2DL+1LL+0,3Ex+1Ey		1,2DL + 1,6 LL		Pc	(P kritis)
											M1s	M2s	M1ns	M2ns		
mm4	Mpa	Nmm2									Nmm	Nmm	Nmm	Nmm		N
29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0	43,0		44,0
145833333,3	25743,0	8159871557418,5	3,3	3,1	1,9	108,7	48,4	≥	22,0	MEMENUHI	834352,0	16690047,4	343199,9	5072589,7		4762345,5

lg	Ec	Eib	ψ Atas	ψ Bawah	k (grafik)	r	k.Lu / r	≥	22,0	Ket	1,2DL+1LL+1Ex+0,3Ey		1,2DL + 1,6 LL		Pc	(P kritis)
											M1s	M2s	M1ns	M2ns		
mm4	Mpa	Nmm2									Nmm	Nmm	Nmm	Nmm		N
29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0	43,0		44,0
145833333,3	25743,0	8354501907305,0	1,7	1,6	1,6	108,7	40,4	≥	22,0	MEMENUHI	1943342,6	74763741,0	71754,4	34437305,0		6991567,2

lg	Ec	Eib	ψ Atas	ψ Bawah	k (grafik)	r	k.Lu / r	≥	22,0	Ket	1,2DL+1LL+1Ex+0,3Ey		1,2DL + 1,6 LL		Pc	(P kritis)
											M1s	M2s	M1ns	M2ns		
mm4	Mpa	Nmm2									Nmm	Nmm	Nmm	Nmm		N
29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0	43,0		44,0
145833333,3	25743,0	7950098823931,5	1,4	5,7	1,8	108,7	45,1	≥	22,0	MEMENUHI	6678576,6	77797785,3	8845030,5	27058677,6		5354879,6



Arah X M2																	
ΣPc	pu	δ (Pem Mom)	>	1,0	Ket	M1x	M2x	M Pakai	Mu	Pu	e min	e Perlu	Dicoba		As' = As	Xb	ab
													n	D			
N	N					Nmm	Nmm	Nmm	Nmm	N	mm	mm			mm2	mm	mm
	45,0	46,0	47,0	48,0	49,0	50,0	51,0	52,0	53,0	54,0	55,0	56,0	57,0	58,0	59,0	60,0	61,0
192277910,6	1815477,3	1,0	>	1,0	MEMENUHI	17337535,5	19434531,5	19434531,5	29899279,2	2793041,9	15,0	10,7	6,0	19,0	850,2	234,3	199,2

19,4

Arah X M2																	
ΣPc	pu	δ (Pem Mom)	>	1,0	Ket	M1x	M2x	M Pakai	Mu	Pu	e min	e Perlu	Dicoba		As' = As	Xb	ab
													n	D			
N	N					Nmm	Nmm	Nmm	Nmm	N	mm	mm			mm2	mm	mm
	45,0	46,0	47,0	48,0	49,0	50,0	51,0	52,0	53,0	54,0	55,0	56,0	57,0	58,0	59,0	60,0	61,0
214305549,7	1055213,5	1,0	>	1,0	MEMENUHI	1183065,7	21872934,2	21872934,2	33650668,0	1623405,3	15,0	20,7	6,0	19,0	850,2	234,3	199,2

21,9

Arah X M2																	
ΣPc	pu	δ (Pem Mom)	>	1,0	Ket	M1x	M2x	M Pakai	Mu	Pu	e min	e Perlu	Dicoba		As' = As	Xb	ab
													n	D			
N	N					Nmm	Nmm	Nmm	Nmm	N	mm	mm			mm2	mm	mm
	45,0	46,0	47,0	48,0	49,0	50,0	51,0	52,0	53,0	54,0	55,0	56,0	57,0	58,0	59,0	60,0	61,0
314620525,0	924445,9	1,0	>	1,0	MEMENUHI	2022740,4	109495101,3	109495101,3	168454001,9	1422224,5	15,0	118,4	6,0	19,0	850,2	234,3	199,2

109,5

Arah X M2																	
ΣPc	pu	δ (Pem Mom)	>	1,0	Ket	M1x	M2x	M Pakai	Mu	Pu	e min	e Perlu	Dicoba		As' = As	Xb	ab
													n	D			
N	N					Nmm	Nmm	Nmm	Nmm	N	mm	mm			mm2	mm	mm
	45,0	46,0	47,0	48,0	49,0	50,0	51,0	52,0	53,0	54,0	55,0	56,0	57,0	58,0	59,0	60,0	61,0
240969581,6	77341,1	1,0	>	1,0	MEMENUHI	15526466,4	104889770,3	104889770,3	161368877,4	118986,4	15,0	1356,2	6,0	19,0	850,2	234,3	199,2

104,9



Cek kondisi balance																	
Cs'	Cc'	T	Pb	Mb	eb	Kesimpulan Kondisi				e Perlu	>	e Bal	Ket	X	εs	>	εy
						e min	e perlu	e bal	Ket								
N	N	N	N	N	mm					mm		mm		mm			
62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,0	71,0	72,0	73,0	74,0	75,0	76,0	77,0	78,0	79,0
318383,0	2285303,6	340062,0	2263624,7	395601149,3	174,8	15,0	10,7	174,8	TEKAN MENENTUKAN	0,0	>	0,0	0,0	200,0	0,0	>	0,0

Cek kondisi balance																	
Cs'	Cc'	T	Pb	Mb	eb	Kesimpulan Kondisi				e Perlu	>	e Bal	Ket	X	εs	>	εy
						e min	e perlu	e bal	Ket								
N	N	N	N	N	mm					mm		mm		mm			
62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,0	71,0	72,0	73,0	74,0	75,0	76,0	77,0	78,0	79,0
318383,0	2285303,6	340062,0	2263624,7	395601149,3	174,8	15,0	20,7	174,8	TEKAN MENENTUKAN	0,0	>	0,0	0,0	200,0	0,0	>	0,0

Cek kondisi balance																	
Cs'	Cc'	T	Pb	Mb	eb	Kesimpulan Kondisi				e Perlu	>	e Bal	Ket	X	εs	>	εy
						e min	e perlu	e bal	Ket								
N	N	N	N	N	mm					mm		mm		mm			
62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,0	71,0	72,0	73,0	74,0	75,0	76,0	77,0	78,0	79,0
318383,0	2285303,6	340062,0	2263624,7	395601149,3	174,8	15,0	118,4	174,8	TEKAN MENENTUKAN	0,0	>	0,0	0,0	200,0	0,0	>	0,0

Cek kondisi balance																	
Cs'	Cc'	T	Pb	Mb	eb	Kesimpulan Kondisi				e Perlu	>	e Bal	Ket	X	εs	>	εy
						e min	e perlu	e bal	Ket								
N	N	N	N	N	mm					mm		mm		mm			
62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,0	71,0	72,0	73,0	74,0	75,0	76,0	77,0	78,0	79,0
318383,0	2285303,6	340062,0	2263624,7	395601149,3	174,8	15,0	1356,2	174,8	TARIK MENENTUKAN	1356,2	>	174,8	MEMENUHI	200,0	0,0	>	0,0



Cek Kondisi Kolom Tarik Menentukan																		
Ket	$\epsilon_s'$	>	$\epsilon_y$	Ket	$f_s$	>	$f_y$	Ket	$f_y$ Pakai	$C_s'$	$C_c'$	T	P	Cek				Mn
					Mpa		Mpa			N	N	N	N	P	>	Pb	Ket	
80,0	81,0	82,0	83,0	84,0	85,0	86,0	87,0	88,0	89,0	90,0	91,0	92,0	93,0	94,0	95,0	96,0	97,0	98,0
0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0

Cek Kondisi Kolom Tarik Menentukan																		
Ket	$\epsilon_s'$	>	$\epsilon_y$	Ket	$f_s$	>	$f_y$	Ket	$f_y$ Pakai	$C_s'$	$C_c'$	T	P	Cek				Mn
					Mpa		Mpa			N	N	N	N	P	>	Pb	Ket	
80,0	81,0	82,0	83,0	84,0	85,0	86,0	87,0	88,0	89,0	90,0	91,0	92,0	93,0	94,0	95,0	96,0	97,0	98,0
0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0

Cek Kondisi Kolom Tarik Menentukan																		
Ket	$\epsilon_s'$	>	$\epsilon_y$	Ket	$f_s$	>	$f_y$	Ket	$f_y$ Pakai	$C_s'$	$C_c'$	T	P	Cek				Mn
					Mpa		Mpa			N	N	N	N	P	>	Pb	Ket	
80,0	81,0	82,0	83,0	84,0	85,0	86,0	87,0	88,0	89,0	90,0	91,0	92,0	93,0	94,0	95,0	96,0	97,0	98,0
0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0

Cek Kondisi Kolom Tarik Menentukan																		
Ket	$\epsilon_s'$	>	$\epsilon_y$	Ket	$f_s$	>	$f_y$	Ket	$f_y$ Pakai	$C_s'$	$C_c'$	T	P	Cek				Mn
					Mpa		Mpa			N	N	N	N	P	>	Pb	Ket	
80,0	81,0	82,0	83,0	84,0	85,0	86,0	87,0	88,0	89,0	90,0	91,0	92,0	93,0	94,0	95,0	96,0	97,0	98,0
MEMENUHI	1,0	>	0,0	MEMENUHI	571,5	>	400,0	MEMENUHI	400,0	318383,0	2285303,6	340062,0	2263624,7	2263624,7	>	2263624,7	MEMENUHI	395601149,3



				Cek Kondisi Kolom Tel														
Cek				e Perlu	<	e Bal	Ket	X	εs	<	εy	ket	fs	<	fy	Ket	Cs'	Cc'
Ø Mn	>	Mu	Ket					mm									N	N
99,0	100,0	101,0	102,0	103,0	104,0	105,0	106,0	107,0	108,0	109,0	110,0					111,0	112,0	113,0
0,0	>	0,0	0,0	10,7	<	174,8	MEMENUHI	250,0	0,0	<	0,0	MEMENUHI	337,2	<	400,0	MEMENUHI	318383,0	2438437,5

				Cek Kondisi Kolom Tel														
Cek				e Perlu	<	e Bal	Ket	X	εs	<	εy	ket	fs	<	fy	Ket	Cs'	Cc'
Ø Mn	>	Mu	Ket					mm									N	N
99,0	100,0	101,0	102,0	103,0	104,0	105,0	106,0	107,0	108,0	109,0	110,0					111,0	112,0	113,0
0,0	>	0,0	0,0	20,7	<	174,8	MEMENUHI	250,0	0,0	<	0,0	MEMENUHI	337,2	<	400,0	MEMENUHI	318383,0	2438437,5

				Cek Kondisi Kolom Tel														
Cek				e Perlu	<	e Bal	Ket	X	εs	<	εy	ket	fs	<	fy	Ket	Cs'	Cc'
Ø Mn	>	Mu	Ket					mm									N	N
99,0	100,0	101,0	102,0	103,0	104,0	105,0	106,0	107,0	108,0	109,0	110,0					111,0	112,0	113,0
0,0	>	0,0	0,0	118,4	<	174,8	MEMENUHI	250,0	0,0	<	0,0	MEMENUHI	337,2	<	400,0	MEMENUHI	318383,0	2438437,5

				Cek Kondisi Kolom Tel														
Cek				e Perlu	<	e Bal	Ket	X	εs	<	εy	ket	fs	<	fy	Ket	Cs'	Cc'
Ø Mn	>	Mu	Ket					mm									N	N
99,0	100,0	101,0	102,0	103,0	104,0	105,0	106,0	107,0	108,0	109,0	110,0					111,0	112,0	113,0
257140747,0	>	104889770,3	MEMENUHI	0,0	<	0,0	0,0	210,0	0,0	<	0,0	0,0	0,0	<	0,0	0,0	0,0	0,0



kan Menentukan													
T	P	Cek				Mn	Cek				1,2DL+1LL+0,3Ex+1Ey		1,2DL
		P	>	Pb	Ket		Ø Mn	>	Mu	Ket	M1s	M2s	M1ns
N	N										Nmm	Nmm	Nmm
114,0	115,0	116,0	117,0	118,0	119,0	120,0	121,0	122,0	123,0	124,0	125,0	126,0	127,0
286672,3	2470148,3	2470148,3	>	2263624,7	MEMENUHI	389701107,5	253305719,9	>	19434531,5	MEMENUHI	94683679,0	105344395,9	56117073,0

kan Menentukan													
T	P	Cek				Mn	Cek				1,2DL+1LL+0,3Ex+1Ey		1,2DL
		P	>	Pb	Ket		Ø Mn	>	Mu	Ket	M1s	M2s	M1ns
N	N										Nmm	Nmm	Nmm
114,0	115,0	116,0	117,0	118,0	119,0	120,0	121,0	122,0	123,0	124,0	125,0	126,0	127,0
286672,3	2470148,3	2470148,3	>	2263624,7	MEMENUHI	389701107,5	253305719,9	>	21872934,2	MEMENUHI	1753298,4	130387307,0	4957572,6

kan Menentukan													
T	P	Cek				Mn	Cek				1,2DL+1LL+1EX+0,3Ey		1,2DL
		P	>	Pb	Ket		Ø Mn	>	Mu	Ket	M1s	M2s	M1ns
N	N										Nmm	Nmm	Nmm
114,0	115,0	116,0	117,0	118,0	119,0	120,0	121,0	122,0	123,0	124,0	125,0	126,0	127,0
286672,3	2470148,3	2470148,3	>	2263624,7	MEMENUHI	389701107,5	253305719,9	>	109495101,3	MEMENUHI	1638415,3	63788839,0	952259,0

kan Menentukan													
T	P	Cek				Mn	Cek				1,2DL+1LL+1EX+0,3Ey		1,2DL
		P	>	Pb	Ket		Ø Mn	>	Mu	Ket	M1s	M2s	M1ns
N	N										Nmm	Nmm	Nmm
114,0	115,0	116,0	117,0	118,0	119,0	120,0	121,0	122,0	123,0	124,0	125,0	126,0	127,0
0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	3707530,8	33996154,2	8845030,5



Arah Y M3														
+ 1,6 LL	Pc (P kritis)	ΣPc	pu	δ (Pem Mom)	>	1,0	Ket	M1x	M2x	M Pakai	Mu	Pu	e min	e Perlu
M2ns														
Nmm														
128,0	129,0		130,0	131,0	132,0	133,0	134,0	135,0	136,0	137,0	138,0	139,0	140,0	141,0
56511739,2	4272842,5	192277910,6	1815477,3	1,0	>	1,0	MEMENUHI	152007947,0	163199251,8	163199251,8	251075771,9	2793041,9	15,0	89,9

163,2

Arah Y M3														
+ 1,6 LL	Pc (P kritis)	ΣPc	pu	δ (Pem Mom)	>	1,0	Ket	M1x	M2x	M Pakai	Mu	Pu	e min	e Perlu
M2ns														
Nmm														
128,0	129,0		130,0	131,0	132,0	133,0	134,0	135,0	136,0	137,0	138,0	139,0	140,0	141,0
111387320,1	4762345,5	214305549,7	1055213,5	1,0	>	1,0	MEMENUHI	6722457,7	242636298,3	242636298,3	373286612,8	1623405,3	15,0	229,9

242,6

Arah Y M3														
+ 1,6 LL	Pc (P kritis)	ΣPc	pu	δ (Pem Mom)	>	1,0	Ket	M1x	M2x	M Pakai	Mu	Pu	e min	e Perlu
M2ns														
Nmm														
128,0	129,0		130,0	131,0	132,0	133,0	134,0	135,0	136,0	137,0	138,0	139,0	140,0	141,0
51052174,0	6991567,2	314620525,0	924445,9	1,0	>	1,0	MEMENUHI	2597118,3	115091902,6	115091902,6	177064465,6	1422224,5	15,0	124,5

115,1

Arah Y M3														
+ 1,6 LL	Pc (P kritis)	ΣPc	pu	δ (Pem Mom)	>	1,0	Ket	M1x	M2x	M Pakai	Mu	Pu	e min	e Perlu
M2ns														
Nmm	N		N					Nmm	Nmm	Nmm	Nmm	N	mm	mm
128,0	129,0		130,0	131,0	132,0	133,0	134,0	135,0	136,0	137,0	138,0	139,0	140,0	141,0
27058677,6	5354879,6	240969581,6	77341,1	1,0	>	1,0	MEMENUHI	12554148,5	61069386,5	61069386,5	93952902,3	118986,4	15,0	789,6

61,1



Cek kondisi balance																		
Dicoba		As' = As	Xb	ab	Cs'	Cc'	T	Pb	Mb	eb	Kesimpulan Kondisi				e Perlu	>	e Bal	Ket
n	D										e min	e perlu	e bal	Ket				
		mm2	mm	mm	N	N	N	N	N	mm					mm		mm	
142,0	143,0	144,0	145,0	146,0	147,0	148,0	149,0	150,0	151,0	152,0	153,0	154,0	155,0	156,0	157,0	158,0	159,0	160,0
6,0	19,0	850,2	234,3	199,2	318383,0	2285303,6	340062,0	2263624,7	395601149,3	174,8	15,0	89,9	174,8	TEKAN MENENTUKAN	0	>	0,0	0,0

Cek kondisi balance																		
Dicoba		As' = As	Xb	ab	Cs'	Cc'	T	Pb	Mb	eb	Kesimpulan Kondisi				e Perlu	>	e Bal	Ket
n	D										e min	e perlu	e bal	Ket				
		mm2	mm	mm	N	N	N	N	N	mm					mm		mm	
142,0	143,0	144,0	145,0	146,0	147,0	148,0	149,0	150,0	151,0	152,0	153,0	154,0	155,0	156,0	157,0	158,0	159,0	160,0
6,0	19,0	850,2	234,3	199,2	318383,0	2285303,6	340062,0	2263624,7	395601149,3	174,8	15,0	229,9	174,8	TARIK MENENTUKAN	229,9	>	174,8	MEMENUHI

Cek kondisi balance																		
Dicoba		As' = As	Xb	ab	Cs'	Cc'	T	Pb	Mb	eb	Kesimpulan Kondisi				e Perlu	>	e Bal	Ket
n	D										e min	e perlu	e bal	Ket				
		mm2	mm	mm	N	N	N	N	N	mm					mm		mm	
142,0	143,0	144,0	145,0	146,0	147,0	148,0	149,0	150,0	151,0	152,0	153,0	154,0	155,0	156,0	157,0	158,0	159,0	160,0
6,0	19,0	850,2	234,3	199,2	318383,0	2285303,6	340062,0	2263624,7	395601149,3	174,8	15,0	124,5	174,8	TEKAN MENENTUKAN	0	>	0,0	0,0

Cek kondisi balance																		
Dicoba		As' = As	Xb	ab	Cs'	Cc'	T	Pb	Mb	eb	Kesimpulan Kondisi				e Perlu	>	e Bal	Ket
n	D										e min	e perlu	e bal	Ket				
		mm2	mm	mm	N	N	N	N	N	mm					mm		mm	
142,0	143,0	144,0	145,0	146,0	147,0	148,0	149,0	150,0	151,0	152,0	153,0	154,0	155,0	156,0	157,0	158,0	159,0	160,0
6,0	19,0	850,2	234,3	199,2	318383,0	2285303,6	340062,0	2263624,7	395601149,3	174,8	15,0	789,6	174,8	TARIK MENENTUKAN	789,6	>	174,8	MEMENUHI



Cek Kondisi Kolom Tarik Menentukan																		
X	$\epsilon_s$	>	$\epsilon_y$	Ket	$\epsilon_s'$	>	$\epsilon_y$	Ket	$f_s$	>	$f_y$	Ket	$f_y$ Pakai	$C_s'$	$C_c'$	T	P	p
mm									Mpa		Mpa			N	N	N	N	N
161,0	162,0	163,0	164,0	165,0	166,0	167,0	168,0	169,0	170,0	171,0	172,0	173,0	174,0	175,0	176,0	177,0	178,0	179,0
0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Cek Kondisi Kolom Tarik Menentukan																		
X	$\epsilon_s$	>	$\epsilon_y$	Ket	$\epsilon_s'$	>	$\epsilon_y$	Ket	$f_s$	>	$f_y$	Ket	$f_y$ Pakai	$C_s'$	$C_c'$	T	P	p
mm									Mpa		Mpa			N	N	N	N	N
161,0	162,0	163,0	164,0	165,0	166,0	167,0	168,0	169,0	170,0	171,0	172,0	173,0	174,0	175,0	176,0	177,0	178,0	179,0
200,0	0,0	>	0,0	MEMENUHI	1,0	>	0,0	MEMENUHI	571,5	>	400,0	MEMENUHI	400,0	318383,0	2285303,6	340062,0	2263624,7	2263624,7

Cek Kondisi Kolom Tarik Menentukan																		
X	$\epsilon_s$	>	$\epsilon_y$	Ket	$\epsilon_s'$	>	$\epsilon_y$	Ket	$f_s$	>	$f_y$	Ket	$f_y$ Pakai	$C_s'$	$C_c'$	T	P	p
mm									Mpa		Mpa			N	N	N	N	N
161,0	162,0	163,0	164,0	165,0	166,0	167,0	168,0	169,0	170,0	171,0	172,0	173,0	174,0	175,0	176,0	177,0	178,0	179,0
0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Cek Kondisi Kolom Tarik Menentukan																		
X	$\epsilon_s$	>	$\epsilon_y$	Ket	$\epsilon_s'$	>	$\epsilon_y$	Ket	$f_s$	>	$f_y$	Ket	$f_y$ Pakai	$C_s'$	$C_c'$	T	P	p
mm									Mpa		Mpa			N	N	N	N	N
161,0	162,0	163,0	164,0	165,0	166,0	167,0	168,0	169,0	170,0	171,0	172,0	173,0	174,0	175,0	176,0	177,0	178,0	179,0
200,0	0,0	>	0,0	MEMENUHI	1,0	>	0,0	MEMENUHI	571,5	>	400,0	MEMENUHI	400,0	318383,0	2285303,6	340062,0	2263624,7	2263624,7



Cek			Mn	Cek				e Perlu	<	e Bal	Ket	X	εs	<	εy	Ket
>	Pb	Ket		Ø Mn	>	Mu	Ket									
	N		Nm	Nm		Nm		mm		mm		mm				
180,0	181,0	182,0	183,0	184,0	185,0	186,0	187,0	188,0	189,0	190,0	191,0	192,0	193,0	194,0	195,0	196,0
>	0,0	0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	89,9	<	174,8	MEMENUHI	250,0	0,0	<	0,0	MEMENUHI

Cek			Mn	Cek				e Perlu	<	e Bal	Ket	X	εs	<	εy	Ket
>	Pb	Ket		Ø Mn	>	Mu	Ket									
	N		Nm	Nm		Nm		mm		mm		mm				
180,0	181,0	182,0	183,0	184,0	185,0	186,0	187,0	188,0	189,0	190,0	191,0	192,0	193,0	194,0	195,0	196,0
>	2263624,7	MEMENUHI	395601149,3	257140747,0	>	242636298,3	MEMENUHI	0,0	<	0,0	0,0	250,0	0,0	<	0,0	0,0

0,9																
Cek			Mn	Cek				e Perlu	<	e Bal	Ket	X	εs	<	εy	Ket
>	Pb	Ket		Ø Mn	>	Mu	Ket									
	N		Nm	Nm		Nm		mm		mm		mm				
180,0	181,0	182,0	183,0	184,0	185,0	186,0	187,0	188,0	189,0	190,0	191,0	192,0	193,0	194,0	195,0	196,0
>	0,0	0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	124,5	<	174,8	MEMENUHI	250,0	0,0	<	0,0	MEMENUHI

#DIV/0!

Cek			Mn	Cek				e Perlu	<	e Bal	Ket	X	εs	<	εy	Ket
>	Pb	Ket		Ø Mn	>	Mu	Ket									
	N		Nm	Nm		Nm		mm		mm		mm				
180,0	181,0	182,0	183,0	184,0	185,0	186,0	187,0	188,0	189,0	190,0	191,0	192,0	193,0	194,0	195,0	196,0
>	2263624,7	MEMENUHI	395601149,3	257140747,0	>	61069386,5	MEMENUHI	0,0	<	0,0	0,0	250,0	0,0	<	0,0	0,0



Cek Kondisi Kolom Tekan Menentukan														
Cs'	Cc'	T	P	Cek				Mn	Cek				Ar	
				P	>	Pb	Ket		Ø Mn	>	Mu	Ket	Ø MN	>
N	N	N	N	N		N		Nm	Nm		Nm		KNm	
197,0	198,0	199,0	200,0	201,0	202,0	203,0	204,0	205,0	206,0	207,0	208,0	209,0	210,0	211,0
318383,0	2438437,5	286672,3	2470148,3	2470148,3	>	2263624,7	MEMENUHI	389701107,5	253305719,9	>	163199251,8	MEMENUHI	253,3	>

0,6

Cek Kondisi Kolom Tekan Menentukan														
Cs'	Cc'	T	P	Cek				Mn	Cek				Ar	
				P	>	Pb	Ket		Ø Mn	>	Mu	Ket	Ø MN	>
N	N	N	N	N		N		Nm	Nm		Nm		KNm	
197,0	198,0	199,0	200,0	201,0	202,0	203,0	204,0	205,0	206,0	207,0	208,0	209,0	210,0	211,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	233,8	>

Cek Kondisi Kolom Tekan Menentukan														
Cs'	Cc'	T	P	Cek				Mn	Cek				Ar	
				P	>	Pb	Ket		Ø Mn	>	Mu	Ket	Ø MN	>
N	N	N	N	N		N		Nm	Nm		Nm		KNm	
197,0	198,0	199,0	200,0	201,0	202,0	203,0	204,0	205,0	206,0	207,0	208,0	209,0	210,0	211,0
318383,0	2438437,5	286672,3	2470148,3	2470148,3	>	2263624,7	MEMENUHI	389701107,5	253305719,9	>	115091902,6	MEMENUHI	233,8	>

Cek Kondisi Kolom Tekan Menentukan															
Cs'	Cc'	T	P	Cek				Mn	Cek				Ar		
				P	>	Pb	Ket		Ø Mn	>	Mu	Ket	Ø MN	>	
N	N	N	N	N		N		Nm	Nm		Nm		KNm		
197,0	198,0	199,0	200,0	201,0	202,0	203,0	204,0	205,0	206,0	207,0	208,0	209,0	210,0	211,0	
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	233,8	>	



Hasil PCACOL															
ah X		Arah Y									Pu	Kombi	Mut	Mub	Mnt
Mu	Ket	Ø MN	>	Mu	Ket	Jumlah tul	Diameter	As	As Penampang	ρ Pakai					
KNm		KNm		KNm		Buah	mm	mm2	mm2	%	N		Nmm	Nmm	Nmm
212,0	213,0	214,0	215,0	216,0	217,0	218,0	219,0	220,0	221,0	222,0	223,0	224,0	225,0	226,0	227,0
19,4	MEMENUHI	253,3	>	163,2	MEMENUHI	8,0	19,0	2267,1	202500,0	1,1	1815477,3	1,2D + 1,6L+0,8 W	163199251,8	163199251,8	217599002,3

Hasil PCACOL															
ah X		Arah Y									Pu	Kombi	Mut	Mub	Mnt
Mu	Ket	Ø MN	>	Mu	Ket	Jumlah tul	Diameter	As	As Penampang	ρ Pakai					
KNm		KNm		KNm		Buah	mm	mm2	mm2	%	N		Nmm	Nmm	Nmm
212,0	213,0	214,0	215,0	216,0	217,0	218,0	219,0	220,0	221,0	222,0	223,0	224,0	225,0	226,0	227,0
21,9	MEMENUHI	71,0	>	242,6	TIDAK MEMENUHI	8,0	19,0	2267,1	202500,0	1,1	1053778,5		242636298,3	242636298,3	323515064,4

Hasil PCACOL															
ah X		Arah Y									Pu	Kombi	Mut	Mub	Mnt
Mu	Ket	Ø MN	>	Mu	Ket	Jumlah tul	Diameter	As	As Penampang	ρ Pakai					
KNm		KNm		KNm		Buah	mm	mm2	mm2	%	N		Nmm	Nmm	Nmm
212,0	213,0	214,0	215,0	216,0	217,0	218,0	219,0	220,0	221,0	222,0	223,0	224,0	225,0	226,0	227,0
109,5	MEMENUHI	71,0	>	115,1	TIDAK MEMENUHI	8,0	19,0	2267,1	202500,0	1,1	924445,9		115091902,6	115091902,6	153455870,1

Hasil PCACOL															
ah X		Arah Y									Pu	Kombi	Mut	Mub	Mnt
Mu	Ket	Ø MN	>	Mu	Ket	Jumlah tul	Diameter	As	As Penampang	ρ Pakai					
KNm		KNm		KNm		Buah	mm	mm2	mm2	%	N		Nmm	Nmm	Nmm
212,0	213,0	214,0	215,0	216,0	217,0	218,0	219,0	220,0	221,0	222,0	223,0	224,0	225,0	226,0	227,0
104,9	MEMENUHI	71,0	>	61,1	MEMENUHI	8,0	19,0	2267,1	202500,0	1,1	77341,1		104889770,3	104889770,3	139853027,0



Mnb	Hbalok	hn	Vu	Syarat kuat tekan beton (fc')				Kuat Ges Bet	Kuat Geser Tulangan Geser			Kondisi 1 (Tidak Perlu Tul Geser)			
				Akar(fc')	≤	8,3	Ket	Vc	Vs Min	Vs Max	2Vs Max	Vu	≤	0,5 x Ø x Vc	Ket
Nmm	mm	mm	N					N	N	N	N	N		N	
228,0	229,0	230,0	231,0	232,0	233,0	234,0	235,0	236,0	237,0	238,0	239,0	240,0	241,0	242,0	243,0
217599002,3	500,0	2700,0	161184,4	5,5	≤	8,3	MEMENUHI	263140,3	58575,0	320828,5	641657,0	161184,4	≤	98677,6	TIDAK MEMENUHI

Mnb	Hbalok	hn	Vu	Syarat kuat tekan beton (fc')				Kuat Ges Bet	Kuat Geser Tulangan Geser			Kondisi 1 (Tidak Perlu Tul Geser)			
				Akar(fc')	≤	8,3	Ket	Vc	Vs Min	Vs Max	2Vs Max	Vu	≤	0,5 x Ø x Vc	Ket
Nmm	mm	mm	N					N	N	N	N	N		N	
228,0	229,0	230,0	231,0	232,0	233,0	234,0	235,0	236,0	237,0	238,0	239,0	240,0	241,0	242,0	243,0
323515064,4	500,0	2300,0	281317,4	0,0	≤	8,3	MEMENUHI	220040,7	58575,0	320828,5	641657,0	281317,4	≤	82515,3	TIDAK MEMENUHI

Mnb	Hbalok	hn	Vu	Syarat kuat tekan beton (fc')				Kuat Ges Bet	Kuat Geser Tulangan Geser			Kondisi 1 (Tidak Perlu Tul Geser)			
				Akar(fc')	≤	8,3	Ket	Vc	Vs Min	Vs Max	2Vs Max	Vu	≤	0,5 x Ø x Vc	Ket
Nmm	mm	mm	N					N	N	N	N	N		N	
228,0	229,0	230,0	231,0	232,0	233,0	234,0	235,0	236,0	237,0	238,0	239,0	240,0	241,0	242,0	243,0
153455870,1	500,0	2300,0	133439,9	0,0	≤	8,3	MEMENUHI	212722,6	58575,0	320828,5	641657,0	133439,9	≤	79771,0	TIDAK MEMENUHI

Mnb	Hbalok	hn	Vu	Syarat kuat tekan beton (fc')				Kuat Ges Bet	Kuat Geser Tulangan Geser			Kondisi 1 (Tidak Perlu Tul Geser)			
				Akar(fc')	≤	8,3	Ket	Vc	Vs Min	Vs Max	2Vs Max	Vu	≤	0,5 x Ø x Vc	Ket
Nmm	mm	mm	N					N	N	N	N	N		N	
228,0	229,0	230,0	231,0	232,0	233,0	234,0	235,0	236,0	237,0	238,0	239,0	240,0	241,0	242,0	243,0
139853027,0	500,0	2300,0	121611,3	0,0	≤	8,3	MEMENUHI	164790,5	58575,0	320828,5	641657,0	121611,3	≤	61796,4	TIDAK MEMENUHI



Geser																
Kondisi 2 (Tulangan Geser Minimum)						Kondisi 3 (Tulangan Geser Minimum)						Kondisi 4 (Tulangan Geser)				
0,5 x Ø x Vc	≤	Vu	≤	Ø x Vc	Ket	Ø x Vc	≤	Vu	≤	Ø x (Vc+Vs Min)	Ket	Ø x (Vc+Vs Min)	≤	Vu	≤	Ø x (Vc+Vs Max)\
N		N		N		N		N		N		N		N		N
244,0	245,0	246,0	247,0	248,0	249,0	250,0	251,0	252,0	253,0	254,0	255,0	256,0	257,0	258,0	259,0	260,0
98677,6	≤	161184,4	≤	197355,2	MEMENUHI	197355,2	≤	161184,4	≤	241286,5	TIDAK MEMENUHI	241286,5	≤	161184,4	≤	437976,6

Geser																
Kondisi 2 (Tulangan Geser Minimum)						Kondisi 3 (Tulangan Geser Minimum)						Kondisi 4 (Tulangan Geser)				
0,5 x Ø x Vc	≤	Vu	≤	Ø x Vc	Ket	Ø x Vc	≤	Vu	≤	Ø x (Vc+Vs Min)	Ket	Ø x (Vc+Vs Min)	≤	Vu	≤	Ø x (Vc+Vs Max)\
N		N		N		N		N		N		N		N		N
244,0	245,0	246,0	247,0	248,0	249,0	250,0	251,0	252,0	253,0	254,0	255,0	256,0	257,0	258,0	259,0	260,0
82515,3	≤	281317,4	≤	165030,5	TIDAKMEMENUHI	165030,5	≤	281317,4	≤	208961,8	TIDAKMEMENUHI	208961,8	≤	281317,4	≤	405651,9

Geser																
Kondisi 2 (Tulangan Geser Minimum)						Kondisi 3 (Tulangan Geser Minimum)						Kondisi 4 (Tulangan Geser)				
0,5 x Ø x Vc	≤	Vu	≤	Ø x Vc	Ket	Ø x Vc	≤	Vu	≤	Ø x (Vc+Vs Min)	Ket	Ø x (Vc+Vs Min)	≤	Vu	≤	Ø x (Vc+Vs Max)\
N		N		N		N		N		N		N		N		N
244,0	245,0	246,0	247,0	248,0	249,0	250,0	251,0	252,0	253,0	254,0	255,0	256,0	257,0	258,0	259,0	260,0
79771,0	≤	133439,9	≤	159542,0	MEMENUHI	159542,0	≤	133439,9	≤	203473,2	TIDAK MEMENUHI	203473,2	≤	133439,9	≤	400163,3

Geser																
Kondisi 2 (Tulangan Geser Minimum)						Kondisi 3 (Tulangan Geser Minimum)						Kondisi 4 (Tulangan Geser)				
0,5 x Ø x Vc	≤	Vu	≤	Ø x Vc	Ket	Ø x Vc	≤	Vu	≤	Ø x (Vc+Vs Min)	Ket	Ø x (Vc+Vs Min)	≤	Vu	≤	Ø x (Vc+Vs Max)\
N		N		N		N		N		N		N		N		N
244,0	245,0	246,0	247,0	248,0	249,0	250,0	251,0	252,0	253,0	254,0	255,0	256,0	257,0	258,0	259,0	260,0
61796,4	≤	121611,3	≤	123592,9	MEMENUHI	123592,9	≤	121611,3	≤	167524,1	TIDAK MEMENUHI	167524,1	≤	121611,3	≤	364214,2



Kondisi 5 (Perlu Tulangan Geser)						Kondisi 6 (Ganti Penampang)					Kesimpulan		
Ket	Ø x ( VC + Vs Max )	≤	Vu	≤	Ø x ( VC + 2Vs Max )	Ket	Vs	≥	2 Vs Max	Ket	Kondisi	Keterangan	Vs Perlu mm
	N		N		N		N		N				
261,0	262,0	263,0	264,0	265,0	266,0	267,0	268,0	269,0	270,0	271,0	272,0	273,0	274,0
TIDAK MEMENUHI	437976,6	≤	161184,4	≤	678598,0	TIDAK MEMENUHI	161184,4	≥	641657,0	TIDAK MEMENUHI	2,0	TULANGAN GESER MINIMUM	58575,0

Kondisi 5 (Perlu Tulangan Geser)						Kondisi 6 (Ganti Penampang)					Kesimpulan		
Ket	Ø x ( VC + Vs Max )	≤	Vu	≤	Ø x ( VC + 2Vs Max )	Ket	Vs	≥	2 Vs Max	Ket	Kondisi	Keterangan	Vs Perlu mm
	N		N		N		N		N				
261,0	262,0	263,0	264,0	265,0	266,0	267,0	268,0	269,0	270,0	271,0	272,0	273,0	274,0
MEMENUHI	405651,9	≤	281317,4	≤	646273,3	TIDAK MEMENUHI	281317,4	≥	641657,0	TIDAK MEMENUHI	4,0	PERLU TULANGAN GESER	155049,2

Kondisi 5 (Perlu Tulangan Geser)						Kondisi 6 (Ganti Penampang)					Kesimpulan		
Ket	Ø x ( VC + Vs Max )	≤	Vu	≤	Ø x ( VC + 2Vs Max )	Ket	Vs	≥	2 Vs Max	Ket	Kondisi	Keterangan	Vs Perlu mm
	N		N		N		N		N				
261,0	262,0	263,0	264,0	265,0	266,0	267,0	268,0	269,0	270,0	271,0	272,0	273,0	274,0
TIDAK MEMENUHI	400163,3	≤	133439,9	≤	640784,7	TIDAK MEMENUHI	133439,9	≥	641657,0	TIDAK MEMENUHI	2,0	TULANGAN GESER MINIMUM	58575,0

Kondisi 5 (Perlu Tulangan Geser)						Kondisi 6 (Ganti Penampang)					Kesimpulan		
Ket	Ø x ( VC + Vs Max )	≤	Vu	≤	Ø x ( VC + 2Vs Max )	Ket	Vs	≥	2 Vs Max	Ket	Kondisi	Keterangan	Vs Perlu mm
	N		N		N		N		N				
261,0	262,0	263,0	264,0	265,0	266,0	267,0	268,0	269,0	270,0	271,0	272,0	273,0	274,0
TIDAK MEMENUHI	364214,2	≤	121611,3	≤	604835,6	TIDAK MEMENUHI	121611,3	≥	641657,0	TIDAK MEMENUHI	2,0	TULANGAN GESER MINIMUM	58575,0



													Cek SRPMM						
1/3 akar(fc)x b x d	Kaki Renc	Tul Geser	Av	S per	S Pakai	S Max	≤	d/2	≤	60 cm		Tul Gese	Jarak	S Pakai	≤	8 x D Lentu	Ket	S Pakai	≤
			mm2	mm	mm														
	275,0	276,0	277,0	278,0	279,0	280,0	281,0	282,0	283,0	284,0	285,0	286,0	287,0	288,0	289,0	290,0	291,0	292,0	293,0
320828,5	2,0	10,0	157,0	334,9	150,0	150,0	≤	195,3	≤	600,0	MEMENUHI	10,0	150,0	150,0	≤	152,0	MEMENUHI	150,0	≤

1/3 akar(fc)x b x d	Kaki Renc	Tul Geser	Av	S per	S Pakai	S Max	≤	d/2	≤	60 cm		Tul Gese	Jarak	S Pakai	≤	8 x D Lentu	Ket	S Pakai	≤
			mm2	mm	mm														
	275,0	276,0	277,0	278,0	279,0	280,0	281,0	282,0	283,0	284,0	285,0	286,0	287,0	288,0	289,0	290,0	291,0	292,0	293,0
320828,5	4,0	10,0	314,0	253,1	150,0	150,0	≤	195,3	≤	600,0	MEMENUHI	10,0	150,0	150,0	≤	152,0	MEMENUHI	150,0	≤

1/3 akar(fc)x b x d	Kaki Renc	Tul Geser	Av	S per	S Pakai	S Max	≤	d/2	≤	60 cm		Tul Gese	Jarak	S Pakai	≤	8 x D Lentu	Ket	S Pakai	≤
			mm2	mm	mm														
	275,0	276,0	277,0	278,0	279,0	280,0	281,0	282,0	283,0	284,0	285,0	286,0	287,0	288,0	289,0	290,0	291,0	292,0	293,0
320828,5	4,0	10,0	314,0	669,9	150,0	150,0	≤	195,3	≤	600,0	MEMENUHI	10,0	150,0	150,0	≤	152,0	MEMENUHI	150,0	≤

1/3 akar(fc)x b x d	Kaki Renc	Tul Geser	Av	S per	S Pakai	S Max	≤	d/2	≤	60 cm		Tul Gese	Jarak	S Pakai	≤	8 x D Lentu	Ket	S Pakai	≤
			mm2	mm	mm														
	275,0	276,0	277,0	278,0	279,0	280,0	281,0	282,0	283,0	284,0	285,0	286,0	287,0	288,0	289,0	290,0	291,0	292,0	293,0
320828,5	4,0	10,0	314,0	669,9	150,0	150,0	≤	195,3	≤	600,0	MEMENUHI	10,0	150,0	150,0	≤	152,0	MEMENUHI	150,0	≤







0,5 fy	Id pakai
Mpa	mm
200,0	1116,0

0,5 fy	Id pakai
Mpa	mm
200,0	210,4

0,5 fy	Id pakai
Mpa	mm
200,0	443,6

0,5 fy	Id pakai
Mpa	mm
200,0	835,9



DATA KOLOM															
Lantai	TYPE	AS	b	h	L	d	d'	d''	Kombi	Pu	Kombi	Pu	Kombi	Pu Max	(Ag.fc')/10
			mm	mm	mm	mm	mm	mm							
1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0			14,0
1,0	40 / 50	729,0	450,0	450,0	3200,0	390,5	59,5	165,5	1,2D	1473521,2	1,2D + 1,6L	1813809,9	1,2D + 1,6L+0,8 W	1815477,3	607500,0

KOLOM 681 TANGGA UTAMA

DATA KOLOM															
Lantai	TYPE	AS	b	h	L	d	d'	d''	Kombi	Pu	Kombi	Pu	Kombi	Pu Max	(Ag.fc')/10
			mm	mm	mm	mm	mm	mm							
1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0			14,0
1,0	40 / 50	729,0	450,0	450,0	3200,0	390,5	59,5	165,5	1,2D	712913,0	1,2D + 1,6L	868081,7	1,2D + 1,6L+0,8 W	868081,7	607500,0



<	Pu	Ket	$\beta d$	I <sub>g</sub>	E <sub>c</sub>	E <sub>ik</sub>	alok Meman		I <sub>g</sub>	E <sub>c</sub>	E <sub>ib</sub>	Balok Melin	
							b	h				b	h
				mm <sup>4</sup>	Mpa	Nmm <sup>2</sup>	mm	mm	mm <sup>4</sup>	Mpa	Nmm <sup>2</sup>	mm	mm
15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0	28,0
<	1815477,3	MEMENUHI	0,8	2392031250,0	25743,0	13590443779692,4	300,0	400,0	560000000,0	25743,0	3181667679562,2	400,0	500,0

<	Pu	Ket	$\beta d$	I <sub>g</sub>	E <sub>c</sub>	E <sub>ik</sub>	Balok Meman		I <sub>g</sub>	E <sub>c</sub>	E <sub>ib</sub>	Balok Melin	
							b	h				b	h
				mm <sup>4</sup>	Mpa	Nmm <sup>2</sup>	mm	mm	mm <sup>4</sup>	Mpa	Nmm <sup>2</sup>	mm	mm
15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0	28,0
<	868081,7	MEMENUHI	0,8	2392031250,0	25743,0	13524322702788,3	300,0	400,0	560000000,0	25743,0	3166188031014,0	400,0	500,0



											Arah X M2					
lg	Ec	Eib	ψ Atas	ψ Bawah	k (grafik)	r	k.Lu / r	≥	22,0	Ket	2DL+1LL+0,3Ex+1Ey		1,2DL + 1,6 LL		Pc	(P kritis)
mm4	Mpa	Nmm2									M1s	M2s	M1ns	M2ns		
29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	Nmm	Nmm	Nmm	Nmm	N	
145833333,3	25743,0	8285592915526,5	1,1	6,0	1,7	108,7	50,1	≥	22,0	MEMENUHI	6678576,6	77797785,3	8845030,5	27058677,6	4527882,4	

lg	Ec	Eib	ψ Atas	ψ Bawah	k (grafik)	r	k.Lu / r	≥	22,0	Ket	1,2DL+1LL+0,3Ex+1Ey		1,2DL + 1,6 LL		Pc	(P kritis)
											M1s	M2s	M1ns	M2ns		
mm4	Mpa	Nmm2									Nmm	Nmm	Nmm	Nmm	N	
29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0	43,0	44,0	
145833333,3	25743,0	8245281330765,6	1,6	3,2	1,7	108,7	48,6	≥	22,0	MEMENUHI	6020840,3	35671449,0	328347,5	17135525,0	4783072,6	



Cek kondisi balance																	
ΣPc	pu	δ (Pem Mom)	>	1,0	Ket	M1x	M2x	M Pakai	Mu	Pu	e min	e Perlu	Dicoba		As' = As	Xb	ab
													n	D			
	N					Nmm	Nmm	Nmm	Nmm	N	mm	mm			mm2	mm	mm
	45,0	46,0	47,0	48,0	49,0	50,0	51,0	52,0	53,0	54,0	55,0	56,0	57,0	58,0	59,0	60,0	61,0
203754706,3	1815477,3	1,0	>	1,0	MEMENUHI	15603903,5	105791824,5	105791824,5	162756653,0	2793041,9	15,0	58,3	6,0	19,0	850,2	234,3	199,2

105,8

Arah X M2																	
ΣPc	pu	δ (Pem Mom)	>	1,0	Ket	M1x	M2x	M Pakai	Mu	Pu	e min	e Perlu	Dicoba		As' = As	Xb	ab
													n	D			
	N					Nmm	Nmm	Nmm	Nmm	N	mm	mm			mm2	mm	mm
	45,0	46,0	47,0	48,0	49,0	50,0	51,0	52,0	53,0	54,0	55,0	56,0	57,0	58,0	59,0	60,0	61,0
215238268,5	868081,7	1,0	>	1,0	MEMENUHI	6381739,8	52999834,1	52999834,1	81538206,3	1335510,4	15,0	61,1	6,0	19,0	850,2	234,3	199,2



Cek Kondisi Kolom Tarik Menentukan																	
Cs'	Cc'	T	Pb	Mb	eb	Knpulan Kondisi				e Perlu	>	e Bal	Ket	X	εs	>	εy
						e min	e perlu	e bal	Ket								
N	N	N	N	N	mm					mm		mm		mm			
62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,0	71,0	72,0	73,0	74,0	75,0	76,0	77,0	78,0	79,0
318383,0	2285303,6	340062,0	2263624,7	395601149,3	174,8	15,0	58,3	174,8	TEKAN MENENTUKAN	0,0	>	0,0	0,0	200,0	0,0	>	0,0

Cek kondisi balance																	
Cs'	Cc'	T	Pb	Mb	eb	Kesimpulan Kondisi				e Perlu	>	e Bal	Ket	X	εs	>	εy
						e min	e perlu	e bal	Ket								
N	N	N	N	N	mm					mm		mm		mm			
62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,0	71,0	72,0	73,0	74,0	75,0	76,0	77,0	78,0	79,0
318383,0	2285303,6	340062,0	2263624,7	395601149,3	174,8	15,0	61,1	174,8	TEKAN MENENTUKAN	0,0	>	0,0	0,0	200,0	0,0	>	0,0



Ket	$\epsilon_s'$	>	$\epsilon_y$	Ket	$f_s$	>	$f_y$	Ket	$f_y$ Pakai	$C_s'$	$C_c'$	T	P	Cek				Mn
					Mpa		Mpa			N	N	N	N	P	>	Pb	Ket	
80,0	81,0	82,0	83,0	84,0	85,0	86,0	87,0	88,0	89,0	90,0	91,0	92,0	93,0	94,0	95,0	96,0	97,0	98,0
0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0

Cek Kondisi Kolom Tarik Menentukan

Ket	$\epsilon_s'$	>	$\epsilon_y$	Ket	$f_s$	>	$f_y$	Ket	$f_y$ Pakai	$C_s'$	$C_c'$	T	P	Cek				Mn
					Mpa		Mpa			N	N	N	N	P	>	Pb	Ket	
80,0	81,0	82,0	83,0	84,0	85,0	86,0	87,0	88,0	89,0	90,0	91,0	92,0	93,0	94,0	95,0	96,0	97,0	98,0
0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	0,0



Cek Kondisi Kolom Tekan Menentukan																		
Cek				e Perlu	<	e Bal	Ket	X	εs	<	εy	ket	fs	<	fy	Ket	Cs'	Cc'
Ø Mn	>	Mu	Ket															
Nm		Nm						mm									N	N
99,0	100,0	101,0	102,0	103,0	104,0	105,0	106,0	107,0	108,0	109,0	110,0					111,0	112,0	113,0
0,0	>	0,0	0,0	58,3	<	174,8	MEMENUHI	250,0	0,0	<	0,0	MEMENUHI	337,2	<	400,0	MEMENUHI	318383,0	2438437,5

				Cek Kondisi Kolom Tel														
Cek				e Perlu	<	e Bal	Ket	X	εs	<	εy	ket	fs	<	fy	Ket	Cs'	Cc'
Ø Mn	>	Mu	Ket															
Nm		Nm						mm									N	N
99,0	100,0	101,0	102,0	103,0	104,0	105,0	106,0	107,0	108,0	109,0	110,0					111,0	112,0	113,0
0,0	>	0,0	0,0	61,1	<	174,8	MEMENUHI	250,0	0,0	<	0,0	MEMENUHI	337,2	<	400,0	MEMENUHI	318383,0	2438437,5



											Arah Y M3			
T	P	Cek				Mn	Cek					1,2DL+1LL+0,3Ex+1Ey		1,2DL + 1,6 LL
		P	>	Pb	Ket		Ø Mn	>	Mu	Ket	M1s	M2s	M1ns	
N	N										Nmm	Nmm	Nmm	
114,0	115,0	116,0	117,0	118,0	119,0	120,0	121,0	122,0	123,0	124,0	125,0	126,0	127,0	
286672,3	2470148,3	2470148,3	>	2263624,7	MEMENUHI	389701107,5	253305719,9	>	105791824,5	MEMENUHI	1753298,4	130387307,0	4957572,6	

kan Menentukan													
T	P	Cek				Mn	Cek				1,2DL+1LL+0,3Ex+1Ey		1,2DL
		P	>	Pb	Ket		Ø Mn	>	Mu	Ket	M1s	M2s	M1ns
N	N										Nmm	Nmm	Nmm
114,0	115,0	116,0	117,0	118,0	119,0	120,0	121,0	122,0	123,0	124,0	125,0	126,0	127,0
286672,3	2470148,3	2470148,3	>	2263624,7	MEMENUHI	389701107,5	253305719,9	>	52999834,1	MEMENUHI	1415373,2	75836813,6	4183016,4



	Pc (P kritis)	ΣPc	pu	δ (Pem Mom)	>	1,0	Ket	M1x	M2x	M Pakai	Mu	Pu	e min	e Perlu
M2ns														
Nmm	N		N					Nmm	Nmm	Nmm	Nmm	N	mm	mm
128,0	129,0		130,0	131,0	132,0	133,0	134,0	135,0	136,0	137,0	138,0	139,0	140,0	141,0
111387320,1	4527882,4	203754706,3	1815477,3	1,0	>	1,0	MEMENUHI	6731950,8	243342271,6	243342271,6	374372725,6	2793041,9	15,0	134,0

Arah Y M3

+ 1,6 LL	Pc (P kritis)	$\Sigma Pc$	pu	$\delta$ (Pem Mom)	>	1,0	Ket	M1x	M2x	M Pakai	Mu	Pu	e min	e Perlu
M2ns														
Nmm														
128,0														
8474456,6	129,0	215238268,5	130,0	131,0	132,0	133,0	134,0	135,0	136,0	137,0	138,0	139,0	140,0	141,0
	4783072,6		868081,7	1,0	>	1,0	MEMENUHI	5606041,9	84721287,0	84721287,0	130340441,6	1335510,4	15,0	97,6



Kondisi balance											Cek Kondisi Kolom Tarik Menentukan							
Dicoba		As' = As	Xb	ab	Cs'	Cc'	T	Pb	Mb	eb	mpulan Kondisi				e Perlu	>	e Bal	Ket
n	D										e min	e perlu	e bal	Ket				
		mm2	mm	mm	N	N	N	N	N	mm					mm		mm	
142,0	143,0	144,0	145,0	146,0	147,0	148,0	149,0	150,0	151,0	152,0	153,0	154,0	155,0	156,0	157,0	158,0	159,0	160,0
6,0	19,0	850,2	234,3	199,2	318383,0	2285303,6	340062,0	2263624,7	395601149,3	174,8	15,0	134,0	174,8	TEKAN MENENTUKAN	0	>	0,0	0,0

Cek kondisi balance																		
Dicoba		As' = As	Xb	ab	Cs'	Cc'	T	Pb	Mb	eb	Kesimpulan Kondisi				e Perlu	>	e Bal	Ket
n	D										e min	e perlu	e bal	Ket				
		mm2	mm	mm	N	N	N	N	N	mm					mm		mm	
142,0	143,0	144,0	145,0	146,0	147,0	148,0	149,0	150,0	151,0	152,0	153,0	154,0	155,0	156,0	157,0	158,0	159,0	160,0
6,0	19,0	850,2	234,3	199,2	318383,0	2285303,6	340062,0	2263624,7	395601149,3	174,8	15,0	97,6	174,8	TEKAN MENENTUKAN	0	>	0,0	0,0







Cek Kondisi Kolom Tekan Menentukan																
			Mn	Cek				e Perlu	<	e Bal	Ket	X	εs	<	εy	Ket
>	Pb	Ket		Ø Mn	>	Mu	Ket									
	N		Nm	Nm		Nm		mm		mm		mm				
180,0	181,0	182,0	183,0	184,0	185,0	186,0	187,0	188,0	189,0	190,0	191,0	192,0	193,0	194,0	195,0	196,0
>	0,0	0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	134,0	<	174,8	MEMENUHI	250,0	0,0	<	0,0	MEMENUHI

Cek			Mn	Cek				e Perlu	<	e Bal	Ket	X	εs	<	εy	Ket
>	Pb	Ket		Ø Mn	>	Mu	Ket									
	N		Nm	Nm		Nm		mm		mm		mm				
180,0	181,0	182,0	183,0	184,0	185,0	186,0	187,0	188,0	189,0	190,0	191,0	192,0	193,0	194,0	195,0	196,0
>	0,0	0,0	0,0	0,0	>	0,0	0,0	97,6	<	174,8	MEMENUHI	250,0	0,0	<	0,0	MEMENUHI



													Hasil PCACOL	
Cs'	Cc'	T	P	Cek				Mn	Cek				Arah X	
				P	>	Pb	Ket		Ø Mn	>	Mu	Ket	Ø MN	>
N	N	N	N	N		N		Nm	Nm		Nm		KNm	
197,0	198,0	199,0	200,0	201,0	202,0	203,0	204,0	205,0	206,0	207,0	208,0	209,0	210,0	211,0
318383,0	2438437,5	286672,3	2470148,3	2470148,3	>	2263624,7	MEMENUHI	389701107,5	253305719,9	>	243342271,6	MEMENUHI	233,8	>

Cek Kondisi Kolom Tekan Menentukan														
Cs'	Cc'	T	P	Cek				Mn	Cek				Ar	
				P	>	Pb	Ket		Ø Mn	>	Mu	Ket	Ø MN	>
N	N	N	N	N		N		Nm	Nm		Nm		KNm	
197,0	198,0	199,0	200,0	201,0	202,0	203,0	204,0	205,0	206,0	207,0	208,0	209,0	210,0	211,0
318383,0	2438437,5	286672,3	2470148,3	2470148,3	>	2263624,7	MEMENUHI	389701107,5	253305719,9	>	84721287,0	MEMENUHI	233,8	>



											Geser				
		Arah Y									Pu	Kombi	Mut	Mub	Mnt
Mu	Ket	Ø MN	>	Mu	Ket	Jumlah tul	Diameter	As	As Penampang	ρ Pakai					
KNm		KNm		KNm		Buah	mm	mm2	mm2	%	N		Nmm	Nmm	Nmm
212,0	213,0	214,0	215,0	216,0	217,0	218,0	219,0	220,0	221,0	222,0	223,0	224,0	225,0	226,0	227,0
105,8	MEMENUHI	71,0	>	243,3	TIDAK MEMENUHI	8,0	19,0	2267,1	202500,0	1,1	1813809,9		243342271,6	243342271,6	324456362,2

Hasil PCACOL															
ah X		Arah Y									Pu	Kombi	Mut	Mub	Mnt
Mu	Ket	Ø MN	>	Mu	Ket	Jumlah tul	Diameter	As	As Penampang	ρ Pakai					
KNm		KNm		KNm		Buah	mm	mm2	mm2	%	N		Nmm	Nmm	Nmm
212,0	213,0	214,0	215,0	216,0	217,0	218,0	219,0	220,0	221,0	222,0	223,0	224,0	225,0	226,0	227,0
53,0	MEMENUHI	71,0	>	84,7	TIDAK MEMENUHI	10,0	19,0	2833,9	202500,0	1,4	868081,7		84721287,0	84721287,0	112961716,0



Mnb	Hbalok	hn	Vu	at tekan beton (fc')				Kuat Ges Bet	Kuat Geser Tulangan Geser		Kondisi 1 (Tidak Perlu Tul Geser)				Kondisi 2 (T
				Akar(fc')	≤	8,3	Ket	Vc	Vs Min	Vs Max	2Vs Max	Vu	≤	0,5 x Ø x Vc	Ket
Nmm	mm	mm	N					N	N	N	N	N		N	
228,0	229,0	230,0	231,0	232,0	233,0	234,0	235,0	236,0	237,0	238,0	239,0	240,0	241,0	242,0	243,0
324456362,2	500,0	2700,0	240338,0	0,0	≤	8,3	MEMENUHI	263046,0	58575,0	320828,5	641657,0	240338,0	≤	98642,2	TIDAK MEMENUHI

Mnb	Hbalok	hn	Vu	Syarat kuat tekan beton (fc')				Kuat Ges Bet	Kuat Geser Tulangan Geser			Kondisi 1 (Tidak Perlu Tul Geser)			
				Akar(fc')	≤	8,3	Ket	Vc	Vs Min	Vs Max	2Vs Max	Vu	≤	0,5 x Ø x Vc	Ket
Nmm	mm	mm	N					N	N	N	N	N		N	
228,0	229,0	230,0	231,0	232,0	233,0	234,0	235,0	236,0	237,0	238,0	239,0	240,0	241,0	242,0	243,0
112961716,0	500,0	2700,0	83675,3	0,0	≤	8,3	MEMENUHI	209533,4	58575,0	320828,5	641657,0	83675,3	≤	78575,0	TIDAK MEMENUHI



ulangan Geser Minimum																
Kondisi 3 (Tulangan Geser Minimum)					Kondisi 4 (Tulangan Geser)											
0,5 x Ø x Vc	≤	Vu	≤	Ø x Vc	Ket	Ø x Vc	≤	Vu	≤	Ø x (Vc+Vs Min)	Ket	Ø x (Vc+Vs Min)	≤	Vu	≤	Ø x (Vc+Vs Max)\
N		N		N		N		N		N		N		N		N
244,0	245,0	246,0	247,0	248,0	249,0	250,0	251,0	252,0	253,0	254,0	255,0	256,0	257,0	258,0	259,0	260,0
98642,2	≤	240338,0	≤	197284,5	TIDAKMEMENUHI	197284,5	≤	240338,0	≤	241215,7	MEMENUHI	241215,7	≤	240338,0	≤	437905,8

Geser

Kondisi 2 (Tulangan Geser Minimum)						Kondisi 3 (Tulangan Geser Minimum)						Kondisi 4 (Tulangan Geser)				
0,5 x Ø x Vc	≤	Vu	≤	Ø x Vc	Ket	Ø x Vc	≤	Vu	≤	Ø x (Vc+Vs Min)	Ket	Ø x (Vc+Vs Min)	≤	Vu	≤	Ø x (Vc+Vs Max)\
N		N		N		N		N		N		N		N		N
244,0	245,0	246,0	247,0	248,0	249,0	250,0	251,0	252,0	253,0	254,0	255,0	256,0	257,0	258,0	259,0	260,0
78575,0	≤	83675,3	≤	157150,0	MEMENUHI	157150,0	≤	83675,3	≤	201081,3	TIDAK MEMENUHI	201081,3	≤	83675,3	≤	397771,4



Kondisi 5 (Perlu Tulangan Geser)						Kondisi 6 (Ganti Penampang)				Kesimpulan			
Ket	Ø x ( VC + Vs Max )	≤	Vu	≤	Ø x ( VC + 2Vs Max )	Ket	Vs	≥	2 Vs Max	Ket	Kondisi	Keterangan	Vs Perlu
	N		N		N		N		N				mm
261,0	262,0	263,0	264,0	265,0	266,0	267,0	268,0	269,0	270,0	271,0	272,0	273,0	274,0
TIDAK MEMENUHI	437905,8	≤	240338,0	≤	678527,2	TIDAK MEMENUHI	240338,0	≥	641657,0	TIDAK MEMENUHI	3,0	TULANGAN GESER MINIMUM	58575,0

Kondisi 5 (Perlu Tulangan Geser)						Kondisi 6 (Ganti Penampang)				Kesimpulan			
Ket	Ø x ( VC + Vs Max )	≤	Vu	≤	Ø x ( VC + 2Vs Max )	Ket	Vs	≥	2 Vs Max	Ket	Kondisi	Keterangan	Vs Perlu
	N		N		N		N		N				mm
261,0	262,0	263,0	264,0	265,0	266,0	267,0	268,0	269,0	270,0	271,0	272,0	273,0	274,0
TIDAK MEMENUHI	397771,4	≤	83675,3	≤	638392,7	TIDAK MEMENUHI	83675,3	≥	641657,0	TIDAK MEMENUHI	2,0	TULANGAN GESER MINIMUM	58575,0



														Cek SRPMM					
					Kontrol Jarak						Kesimpulan								
1/3 akar(fc)x b x d	Kaki Renc	Tul Geser	Av	S per	S Pakai	S Max	≤	d/2	≤	60 cm		Tul Gese	Jarak	S Pakai	≤	8 x D Lentu	Ket	S Pakai	≤
			mm2	mm	mm														
	275,0	276,0	277,0	278,0	279,0	280,0	281,0	282,0	283,0	284,0	285,0	286,0	287,0	288,0	289,0	290,0	291,0	292,0	293,0
320828,5	4,0	10,0	314,0	669,9	150,0	150,0	≤	195,3	≤	600,0	MEMENUHI	10,0	150,0	150,0	≤	152,0	MEMENUHI	150,0	≤

					Kontrol Jarak						Kesimpulan								
1/3 akar(fc)x b x d	Kaki Renc	Tul Geser	Av	S per	S Pakai	S Max	≤	d/2	≤	60 cm		Tul Gese	Jarak	S Pakai	≤	8 x D Lentu	Ket	S Pakai	≤
			mm2	mm	mm														
	275,0	276,0	277,0	278,0	279,0	280,0	281,0	282,0	283,0	284,0	285,0	286,0	287,0	288,0	289,0	290,0	291,0	292,0	293,0
320828,5	4,0	10,0	314,0	669,9	150,0	150,0	≤	195,3	≤	600,0	MEMENUHI	10,0	150,0	150,0	≤	152,0	MEMENUHI	150,0	≤



								Panjang sambungan lewatarPanjang penyaluran															
Kesimpulan																							
24 x D Seng	Ket	S Pakai	≤	300,0	Ket	Tul Gese	Jarak	Lo	Lo terbesar kolom	Lo	>	500,0	Lo pakai	0,71 x fy x db	≥	300,0	λ	wt	we	ψs	ld	fs	>
																					mm	Mpa	
294,0	295,0	296,0	297,0	298,0	299,0	300,0	301,0																
240,0	MEMENUHI	150,0	≤	300,0	MEMENUHI	10,0	150,0	450,0	450,0	501,0	>	500,0	500,0	539,6	≥	300,0	1,0	1,0	1,5	0,8	719,0	266,7	>

2ek SRPMM

								Panjang sambungan lewatar						Panjang penyaluran									
					Kesimpulan																		
24 x D Seng	Ket	S Pakai	≤	300,0	Ket	Tul Gese	Jarak	Lo	Lo terbesar kolom	Lo	>	500,0	Lo pakai	0,71 x fy x db	≥	300,0	λ	wt	we	ψs	ld	fs	>
																					mm	Mpa	
294,0	295,0	296,0	297,0	298,0	299,0	300,0	301,0																
240,0	MEMENUHI	150,0	≤	300,0	MEMENUHI	10,0	150,0	450,0	450,0	501,0	>	500,0	500,0	539,6	≥	300,0	1,0	1,0	1,5	0,8	719,0	266,7	>



0,5 fy	Id pakai
Mpa	mm
200,0	209,8

0,5 fy	Id pakai
Mpa	mm
200,0	602,6



## **BIODATA PENULIS**

### **Afrida Dwitika Putri Wiyani,**



Penulis dilahirkan di Surabaya, 25 April 1994, merupakan anak ke-2 dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Pembina Jaya Surabaya, SD Negeri Tembok Dukuh I Surabaya, SMP Negeri 1 Surabaya, SMA Negeri 3 Surabaya. Setelah lulus dari SMA Negeri 3 Surabaya tahun 2012, penulis mengikuti seleksi tes masuk Program D3 Teknik yang diselenggarakan oleh ITS Surabaya dan diterima di Jurusan DIII Teknik Sipil FTSP – ITS tahun 2012 dan terdaftar dengan NRP 3112.030.007. Di jurusan DIII Teknik Sipil ini Penulis mengambil Bidang Studi Bangunan Gedung. Penulis pernah aktif dalam beberapa kegiatan organisasi kampus diantaranya HIMA DIII Teknik Sipil sebagai Staff ORSENI (periode 2013-2014), dan juga aktif dalam berbagai kegiatan yang ada selama menjadi mahasiswa.

## **BIODATA PENULIS**

### **Wahyu Dwi Prasetya,**



Penulis dilahirkan di Surabaya, 9 Januari 1994, merupakan anak ke-1 dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Mojo Indah Surabaya, SD Negeri Mojo 227 Surabaya, SMP Negeri 29 Surabaya, SMA Negeri 3 Surabaya. Setelah lulus dari SMA Negeri 3 Surabaya tahun 2012, penulis mengikuti seleksi tes masuk Program D3 Teknik yang diselenggarakan oleh ITS Surabaya dan diterima di Jurusan DIII Teknik Sipil FTSP – ITS tahun 2012 dan terdaftar dengan NRP 3112.030.023. Di jurusan DIII Teknik Sipil ini Penulis mengambil Bidang Studi Bangunan Gedung. Penulis pernah aktif dalam beberapa kegiatan organisasi kampus diantaranya HIMA DIII Teknik Sipil sebagai Staff RISTEK (periode 2013-2014), dan juga aktif dalam berbagai kegiatan yang ada selama menjadi mahasiswa.